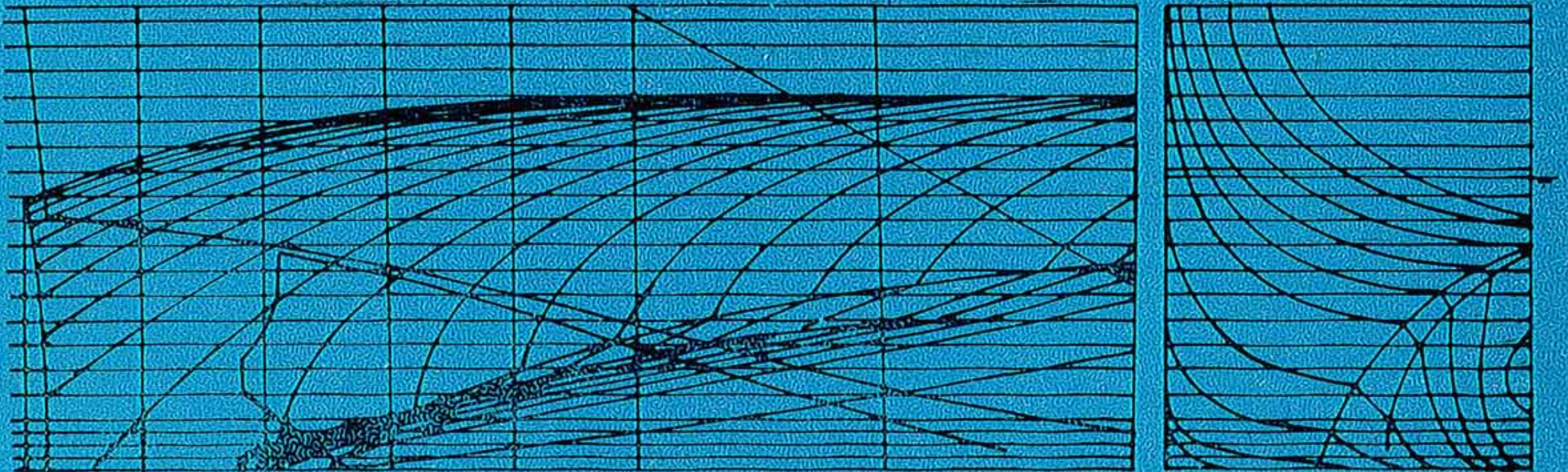
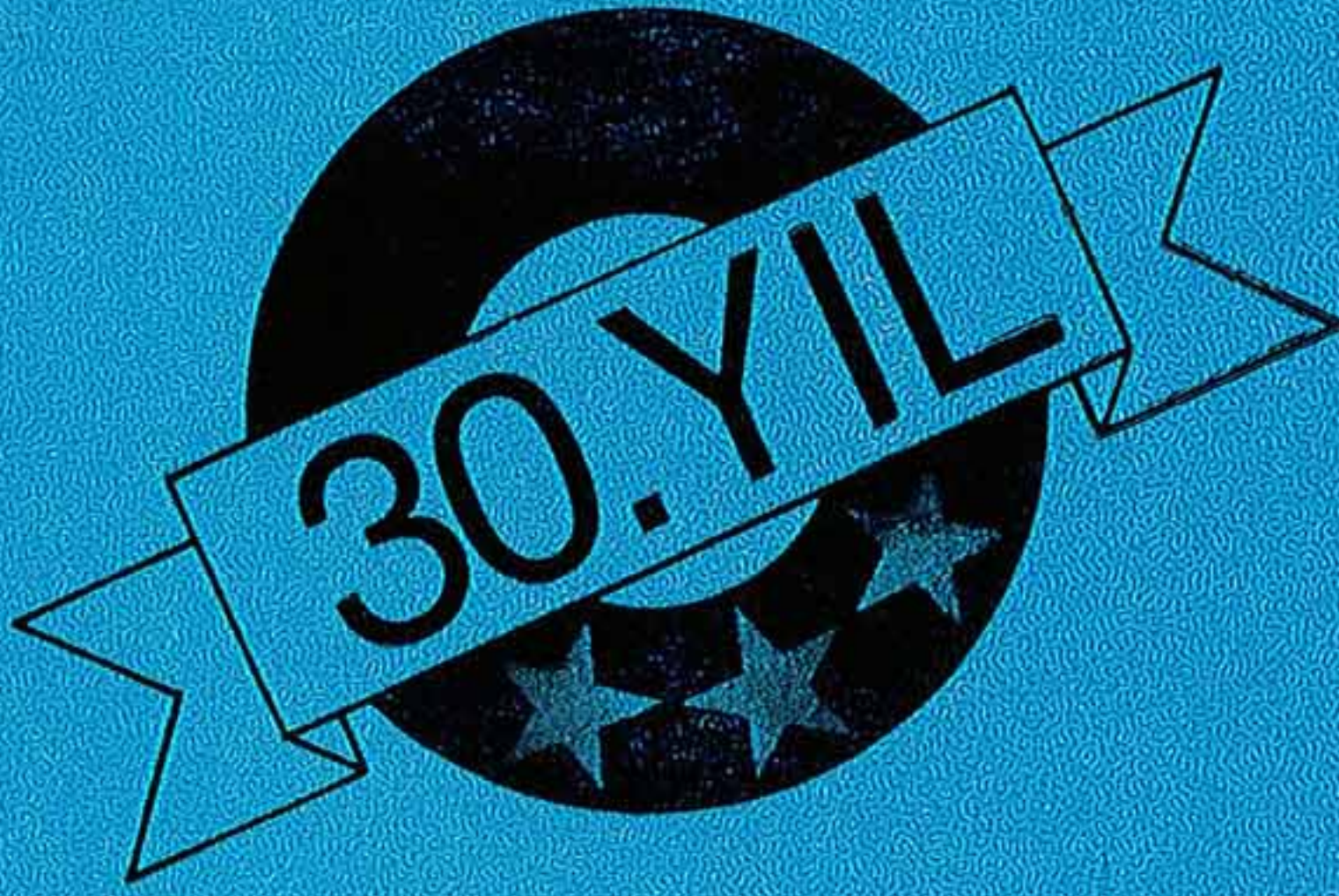




GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

tmmob gemi mühendisleri odası yayın organı

Sayı 94 Ekim 1984



- ALÜMİNYUM VE ALAŞIMLARININ NOKTA KAYNAĞI
- TEKNOLOJİNİN GEMİ DİZAYN VE İNŞAATINA UYGULANIŞI
- GEMİLERDE HAVA KOMPRESÖRLERİNİ ÇALIŞTIRAN ELEKTRİK MOTORLARININ GÜÇLERİNİN HESAPLANMASI
- BÜYÜK AÇILARDA STABİLİTE VE TEKNE FORMUNA AİT DÜŞÜNCELER
- ODADAN HABERLER

*Burçelik A.Ş. 1969'dan beri klasli parçaları ile
Gemi İnşa Sanayinin hizmetindedir.*

A-Çapalar - Çıposuz - Union tipi

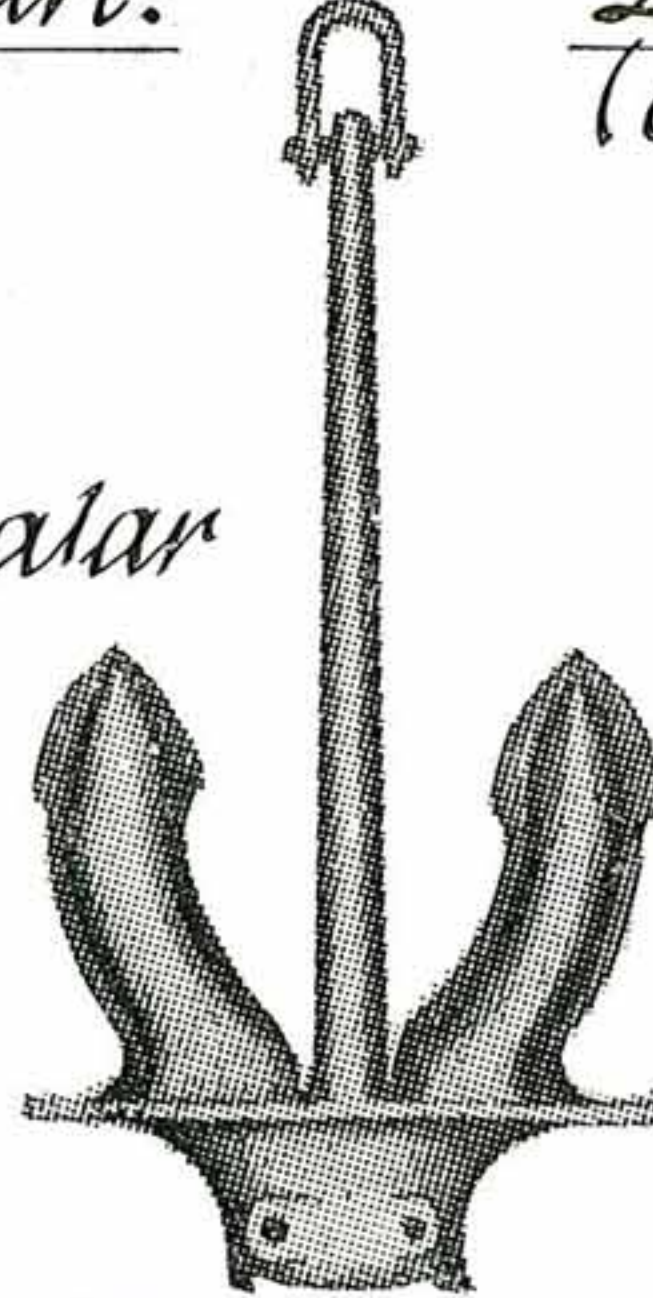
12-30-60-100-125-150-200-250-300-400-500-650-760-
900-1000-1250-1500-1750-2500-2500-3000-3500-4000-5000-6000
7000-8000-12000 - Kg. lık.

B-Lokmalı - Yekpare Zincirler

Ø 31 den Ø 102'ye kadar, yüksek mukavemetli (high strength steel) veya çok yüksek mukavemetli (extra high strength steel) malzemedendir.

C-Zincir Aksesuarları:

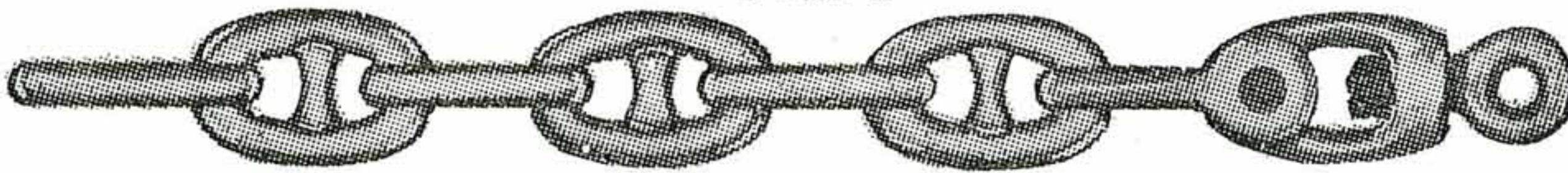
- Firdöndüler
- Çapa kilitleri
- Zincir kilitleri
- Yer halkaları, mapalar
- Örüncükler.
- Çabuk çözülür palamar kancalar.
- QRH



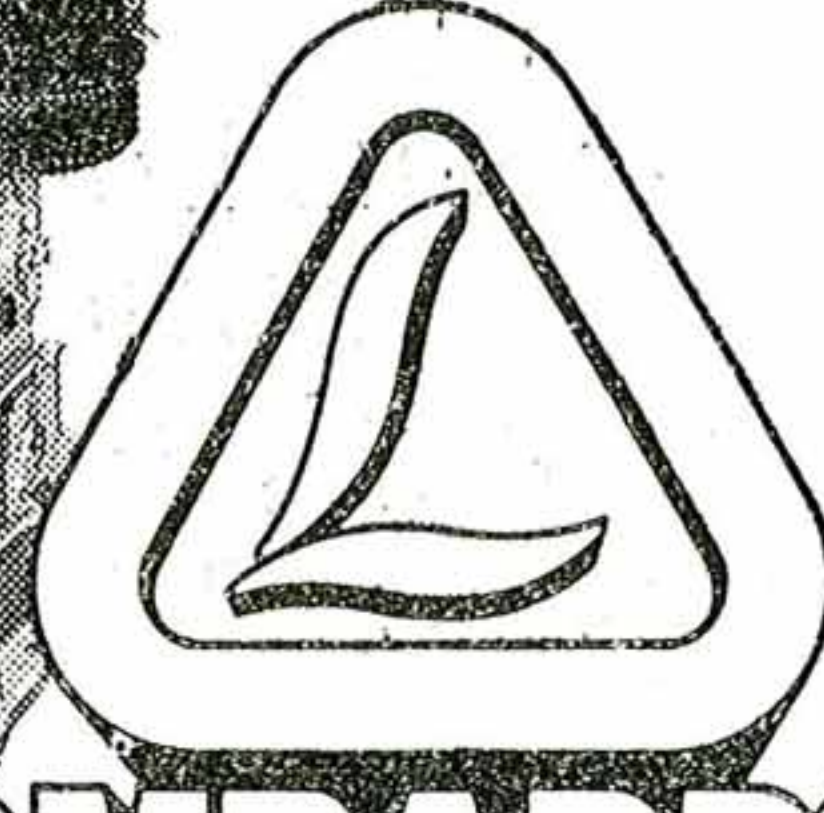
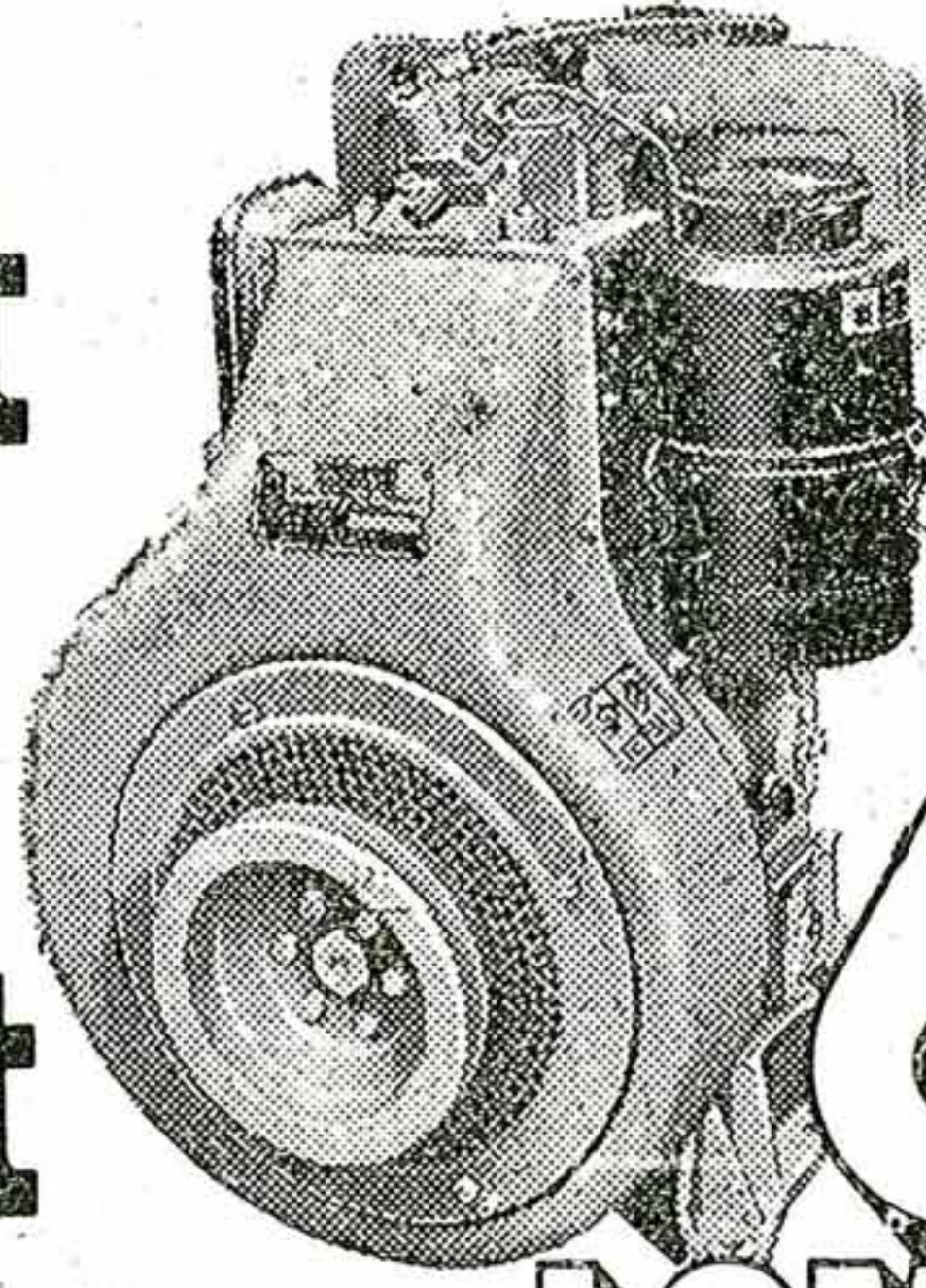
D- Diğer Parçalar:

(6 ton net ağırlığa kadar)

- Saft bosaları
- Dümen bosaları
- Kort nozülleri
- İskele babaları
- Valfler
- A-Braketler
- Localar
- Kurt ağızları
- Silindir kapakları.



tarımda
bereket
sanayide
kuwet
denizde
hareket



Türkiye Genel Distribütörü :
AN-PA ANADOLU PAZARLAMA ve DAĞITIM TİCARET A.Ş.
Meclisi Mebusan Cad. 319 Oyak İş Hanı Salıpazarı - İST.
Tel: 49 09 70 - 43 57 74 - 45 28 34

Ankara :
Hoşdere Cad. 98/4 Y. Ayrancı
Tel: 26 44 22

İzmir :
Akdeniz Cad. 5/B
Tel: 14 21 73

LOMBARDINI
MOTORLARI

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

SAYI : 94

EKİM 1984

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ

T.M.M.O.B.

Gemi Mühendisleri Odası

Adına Sahibi :

Taşkın ÇİLLİ

—0—

Yazı İşleri Müdürü :

Gündüz SANER

—0—

Yönetim Yeri :

T.M.M.O.B. Gemi Mühendisleri Odası

Meclisi Mebusan Caddesi

No. 115 - 117 FİNDIKLI/İST.

Telefon : 143 63 50

—0—

Dizgi - Baskı :

Matbaa Teknisyenleri Basımevi

Telefon : 522 50 61

—0—

Kapak Grafiği :

Ateş AYDEMİR

—0—

REKLAM ÜCRETLERİ :

Ön iç kapak	: 35.000
Ön iç kapak kargısı	: 30.000
İçindekiler sahifesi karşısı	: 30.000
Arka kapak	: 35.000
Arka kapak içi	: 30.000
Arka kapak içi karşısı	: 30.000
Tam sayfa (normal)	: 20.000

Ücretler siyah - beyaz reklam içindir,
renk farkı ayrıca alınır.

Klişe ücretleri reklam sahiplerince
ödenir.

Fiatı : 500 TL.

Yıllık Abone : 2000 TL.

—0—

KURULUŞ : NİSAN 1955

İÇİNDEKİLER

Selâhaddin Anık	Aliminyum ve Alaşımlarının Nok-	
Lutz Dorn	: ta Kaynağı	4
Barbaros Okan	: Teknolojinin Gemi Dizayn ve İn-	
	şaatına Uygulanışı	19
Fethi Eralp	: Gemilerde Hava Kompresörlerini	
	Çalıştıran Elektrik Motorlarının	
	Güçlerinin Hesaplanması	29
Levent Demir	: Büyük Ağılarda Stabilitate ve Tek-	
	ne Formuna Ait Düşünceler	31
	Solas 74 «Can Kurtarma Araçla-	
	rı» Kuralları Değiştirildi	35

TMMOB GEMİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYIN ESASLARI

GEMİ MÜHENDİSLİĞİ dergisi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları mühendislerinin meslekle ilgili bilgilerini geliştirmeyi, Ulusal Gemi İnşaatı Teknolojisine katkıda bulunmayı, Gemi Mühendislerinin özgün meslek faaliyetlerini ilgililere ulaştırmayı ve üyelerinin sosyal yaşamlarını zenginleştirmeyi amaçlayan, TMMOB Gemi Mühendisleri Odasının 3 ayda bir çıkan yayın organıdır.

G.M.O. YAYIN KURULU

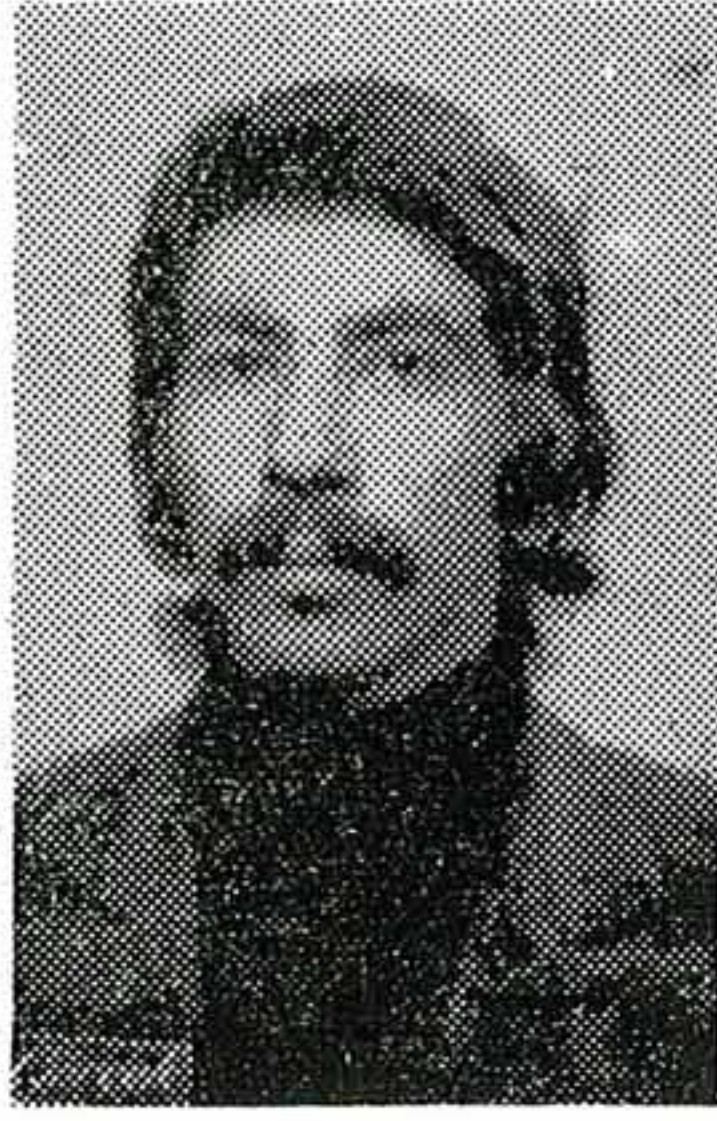
Behçet Tuğlan	(Baş Editör)
Haluk Kaya	(Koordinatör)
Ohannes Özçelik	(Üye)
Ayhan Sarıdikmen	(Basım İşleri Sorumlusu)
Namık Doğan Tosun	(Finansman Sorumlusu)
Ömer Gören	(Üye)

Yazılarının GEMİ MÜHENDİSLİĞİ dergisinde yayınlanmasını isteyen yazarlar, yazılarını - orijinal çizim ve resimleri de içeren - 2 kopya halinde Baş Editör adına Gemi Mühendisleri Odasına yollamalıdır. Orijinal çizim ve resimler, yazı dergide çıkmadan evvel yazarına geri verilemez.

Yazılar açık ve anlaşılır bir dille ve daktilo ile 2 satır aralığı bırakılarak yazılmış olmalıdır. Çizimler aydınlatıcı kağıdına siyah çini mürekkep ile çizilmeli ve aydınlatıcı üzerine kurşun kalem ile hangi şekil olduğu ve alt yazısı belirtilmelidir. Eğer varsa, fotoğraflar parlak kağıda çekilmiş olmalı ve açıklayıcı bilgi kurşun kalem ile resmin arkasında verilmelidir. Referans listesi, yazının sonunda alfabetik sıraya göre düzenlenmelidir.

Yayın kurulu Editörlüğü tarafından, yayınlanması uygun görülen yazılar için telif hakkı olarak — üniversiteler yayın yönetmeliği esaslarına göre saptanan — "stanrad sayfa" başına 1000 TL. ödenir. Tercüme yazılar için bu ödeme 750 TL. dir. Yazarlar, yazılarının daktilo ve çizimlerini Oda aracılığı ile yaptırmak istediklerinde, daktilo ve çizim için harcanan tutar telif hakkından düşülür.

ACI KAYBIMIZ



1954 - 1985

HASAN TAŞCAN

Görev için Karadeniz Ereğlisine giderken 29.1.1985 günü elim bir trafik kazası sonucu değerli meslektaşımızı kaybetmiş bulunuyoruz.

Üzüntümüz sonsuzdur. Kederli ailesine ve camiamıza başsağlığı dileriz.

TÜRK LÖYDÜ VAKFI 1984 YILI BİLANÇOSU

A K T İ F

KASA		74.218.70
BANKALAR		11.768.234.77
Vakıflar Bankası N. 20/2092-4		50.553.—
Ziraat Bankası N. 10720		245.094.42
Deniz. Bankası N. 80020		517.070.63
Deniz. Bankası N. 55020		6.584.208.74
Deniz. Bankası N. 55027		4.000.000.—
Deniz. Bankası N. 75		371.307.98
HISSE SENEDİ VE TAHVİL		1.130.000.—
SABİT KIYMETLER HESABI		49.276.046.53
Gayrimenkul		40.449.505.—
Demirbaşlar		7.443.066.75
Diğer demirbaşlar		373.394.78
İlk tesis masrafları		1.010.080.—
ALACAK SENETLER HESABI		2.935.414.—
MUH. BORÇLULAR HESABI		50.567.787.—
Depozitolar		228.100.—
Müşteriler		50.339.407.—
Çsiti borçlular		280.—
NAZİM HESAPLARI		115.751.701.—
		19.439.563.—
		135.191.264.—

P A S İ F

VAKİF ESAS FONU		5.500.—
Gemi Müh. Odası		500.—
Sigorta ve Reasürans Şti.		5.000.—
VAKİF YEDEK FONU		22.016.997.21
MUH. ALACAKLILAR HESABI		18.926.049.92
Memur gelir vergisi		2.849.814.—
Serbest meslek vergisi		5.700.—
Damga vergisi		58.447.—
Sosyal Sig. Primleri		247.341.—
Peşin alınan klas ücreti		200.700.—
Diğer alacaklılar		14.763.041.92
Ödenecek ücret ve istihkaklar		11.136.—
MÜMESSİLLİK HESABI		789.870.—
Norveç Loydu		32.046.588.—
Alman Loydu		7.517.201.—
İtalyan Loydu		317.016.—
BİRİKMiŞ AMORTİSMANLAR		3.392.704.92
Gayrimenkul amortisman		1.563.413.28
Demirbaş		954.292.27
Diğer demirbaşlar		66.935.37
İlk tesis masrafları		808.064.—
Borc senetleri hesabı		1.500.000.—
GELİR - GİDER FAZLASI HES.		30.029.643.95
NAZİM HESAPLARI		115.751.701.—
		19.439.563.—
		135.191.264.—

Değerli Üyeler ve Okuyucular

Tüm olumlu ve olumsuz, acı ve tatlı yanları ile 1984 yılını da geride bırakmış bulunuyoruz. Her yılın sonuna doğru yaklaşıldıkça genel bir durum değerlendirmesi yapmak, geçen yılda yapılabilenler ile yapılamayanları teraziye koymak, gelecek yıldan ise beklentileri dile getirmek ülkemiz basınında giderek gelenek durumuna gelmiş bulunuyor. Biz de bu gelenekten kendimizi alamayarak geçmişe şöyle bir göz atmak, geleceğe de umutla merhaba demek istiyoruz.

Bilindiği gibi 1984 yılı sivil gemi mühendisliği öğretiminin 40. yılını, odamızın kuruluşunun 30. yılını ve İ.T.Ü. de Gemi İnşaatı mühendisliği öğretim ve eğitiminin fakülte olarak başlamasının 15. yılını doldurduğu yıldır. Odamız böylesi bir yıl, olağan çalışmalarının ötesinde birtakım etkinliklerle değerlendirmeyi düşünmüş ve bu bağlamda İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi ile işbirliği yaparak «4. Gemi İnşaatı Teknik Kongresi» ni düzenlemiştir. Sanayi ve bilim çevrelerinden geniş bir meslektaş grubunun ilgisiyle karşılanan teknik kongremizde yaklaşık yirmibeş bildiri sunulmuş, çeşitli konularda tartışmalar açılmıştır.

Böylesi bir etkinliğin gerçekleştirilebilmesi ne kadar mutluluk veriyorsa, 1984 yılında Gemi Yapım Sanayimizin yada daha genel anlamda söylemek gerekirse denizciliğimizin durumu biz Gemi mühendislerini o kadar üzüyor ve kaygılandırıyor.

Gemi Yapım Sanayimizin geçen yılda, bırakınız sağlıklı bir gelişme içerisinde olduğunu, varolan durumunu bile koruyamayıp, bir takım darboğazlara girdiği hepimizin bilgisindedir. Ülkemizin en önemli ve emekyoğun sanayi dallarından biri olması nedeniyle, işsizlik sorunumu-

zun çözümüne bir ölçüde de olsa katkıda bulunabilecek gemi yapım sanayimizin canlandırılması konusunda yeterli bir girişimde bulunulmamıştır. Gelecek yıl için ise umut verici bir durum gözükmemektedir.

Öte yandan aramıza son yıllarda katılan meslektaşlarımızın, bir insanın en temel haklarından olan «çalışma hakkı» na pratik yaşamda sahip olamadıklarını üzülenek görüyoruz. Varolan gemi yapım ve ilgili tüm yan kuruluşları genç meslektaşlarımıza yetecek şekilde iş olanağı yaratamamakta, değerli beyinler yaşamın güç koşulları altında deyiş yerindeyse heba olup gitmektedirler.

Elimizde olan bu dergide bir önceki yıldan devraldığı maliyet artışı, reklam gelirinin yetersizliği, yayınlanacak yazı azlığı gibi sorunları 1984 de de yaşayarak varlığını alçakgönüllü bir şekilde sürdürmektedir. Gerek teknik işlevi açısından, gerekse üyelerimiz arasında kısmen de olsa iletişimi kurabildiğine inandığımız dergimizin yaşamını sürdürebilmeyi başarı olarak değerlendirirsek, bu iltifatı bize çok görmeyeceğinize inanıyoruz. Varolan eksikliklerimizi gidermenin ve daha nitelikli bir dergi çıkarmanın ancak ve ancak daha geniş katılımlı çabalarla gerçekleştirilebileceğini değerlendirdiğinize inanıyor, her türlü desteğinizin minnetle kabul edileceğini belirtmek istiyoruz. *Dergimize yollayacağınız değerli yazılarınızla mesleki çalışmalarımıza katkıda bulunacağımıza inanıyoruz.*

Herşeye karşın geçen yılın bilgi birikimimize birşeyler kattığına, gelecek yılın ise siz değerli okurlarımız, ulusumuz ve insanlık için daha güzel, daha iyi şeylere gebe olduğuna inanarak, merhaba diyoruz.

Saygılarımızla,
YAYIN KURULU

Alüminyum ve Alaşımlarının Nokta Kaynağı

Prof. Dr. - Ing. Selâhaddin ANIK

Prof. Dr. - Ing. Lutz DORN

1 — GİRİŞ

Karayolu ve demiryolu vasıtalarının imalinde, yüksek mukavemetli ve hafif malzemenin kullanılması, verimi yükseltmekte ve ağırlık açısından da büyük ekonomi sağlamaktadır. Bunun için söz konusu alanlarda yüksek mukavemetli çelikler ve plastik malzemeler dışında alüminyum ve alaşımları da gittikçe artan bir öneme sahiptir. Alüminyum esaslı malzeme uygun mukavemeti ve hafifliğinden başka yüksek bir korozyon mukavemetine de maliktir :

Otomobil kar seri parçalarının imalinde aşağıdaki alaşım grupları söz konusudur :

— **AlMg3 ilâ AlMg5 tipi** : Çökeltme sertleşmesi işlemi uygulanmayan bu alaşımlar, iyi bir derin çekme kabiliyetine sahiptir. Örnek olarak, hava filtrelerinde kullanılan gövdeler verilebilir. Belirgin akma çizgilerinin (Lüder bantları) görülmesi nedeniyle şekil değiştirmiş dış yüzeyler için daha az uygundur.

— **AlMgSi tipi** : Soğuk ve sıcak olarak çökeltme sertleşmesi uygulanabilen bu alaşımlar, iyi bir derin çekme kabiliyetine sahip olmanın yanında, fazla şekil değiştiren dış yüzeyler için uygundur; zira bunlarda akma çizgileri hemen hemen hiç görünmez.

Al AlCuMg tipi : Soğuk olarak çökeltme sertleşmesi uygulanabilen bu alaşımlar yüksek eğrilme (şekil değiştirme) mukavemetine sahip olmaları nedeniyle, akma çizgilerinin oluşmasına az eğilim gösteren yapılar ve yeterli çekme kabiliyetlerinden ötürüde bilhassa dış atmosfer

ferre maruz saclarda küçük miktardaki şekil değiştirmeler için uygundur.

Otomotiv endüstrisinde kaynak yapılacak parçalar için öngörülen diğer alüminyum alaşımları, sertleşmiyen AlMgMn ile soğuk ve sıcak olarak uygulanan ayırma sertleşmesiyle sertleşebilen AlZnMg alaşımlarıdır.

Çelikten alüminyuma geçişteki başlıca zorluk kaynak ve lehimleme işlemlerinde kendini gösterir. Bu husus bilhassa elektrik direnç kaynağı için söz konusudur. Nokta kaynağı ise, en fazla kullanılan elektrik direnç kaynağı usulüdür. Başlıca özelliği, bilhassa çok karışık parçalarda bile, yerine kolayca yaklaşılabilir üstünlüğüdür. Alüminyum sacların birleştirilmesinde 5+5 mm kalınlığa kadar nokta kaynağı uygun bir usuldür.

2 — NOKTA KAYNAĞI KABİLİYETİNE ETKİYEN FAKTÖRLER

2.1 — Fiziksel özelliklerin etkisi

Elektrik direnç kaynağında sağlanan ısı Joule Kanunu ile $P_s = \int_0^{t_s} r_s(t) \cdot I_s^2(t) \cdot dt$ olarak verilir.

Burada :

I_s = Akım şiddeti

r_s = Direnç

t_s = Kaynak süresi'ni ifade eder.

Kaynak yerindeki r_s direnci, kaynak yapılan malzemenin elektrik iletme kabiliyeti arttıkça azalır ve bu yüzden alüminyum da çeliğe nazaran daha düşük-

tür. Saf alüminyumda elektrik iletme kabiliyeti 20°C'de 35 m/Ωmm² dir. Safılık derecesinin artması ile yükselen bu değer, alaşım elemanlarının ilâvesi ile 15 m/Ω mm² 'ye kadar düşer. Buna mukabil, alaşimsız düşük karbonlu çeliklerde elektrik iletkenliği 9,3 m/Ωmm² nin altındadır, Tablo 1.

tör etkisi gösterir. Bu tabakanın oluşumu ve gelişmesi diffüzyon yoluyla. Kalınlığı zamanın karekökü ile orantılı olarak artar.

Alüminyum alaşımlarındaki elemanlar iyon halinde, alüminyum iyonlarından daha hızlı olarak oksit tabakasına girerler. Bu nedenle oksit tabakasının yüzeyin-

Tablo 1 — Alüminyum ve alaşımları ile alaşimsız düşük karbonlu (% 0,15 C) çeliğin, oda sıcaklığında, fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması.

Malzeme	Yoğunluk	Ergime noktası	Elektrik iletkenliği	Isı iletkenliği	Isıl genleşme
Özellikler	(g°/cm ³)	(°C)	(m/mm ²)	(J/cm s K)	(m/m K)
Saf Al	2,7	660	35	2,2	2,4 · 10 ⁻⁵
Al Mg 5	2,63	520—630	16,5	1,2	2,35 · 10 ⁻⁵
Al Mg Si	2,7	600—640	31	1,8	2,3 · 10 ⁻⁵
Al Cu Mg	2,8	530—645	18,5	1,6	2,4 · 10 ⁻⁵
C - çelikler	7,85	1510	9,3	0,5	1,1 · 10 ⁻⁵

Aynı durum ısı iletme kabiliyeti için de geçerlidir. Bu değer Alüminyum alaşımlarında 1,2 ilâ 2,2 J/cmsK civarındadır ve çeliğinkinin üç mislidir. Alüminyum malzemenin yüksek ısı iletme kabiliyeti, kaynak esnasında oluşan ısının büyük bir kısmının soğutulan elektrotlara ve esas malzemeye doğru kaybolmasına yol açar. Bunun için alüminyum malzemenin kaynağında, kaynak ısı kısa kaynak sürelerinde verilir; zira bu sürelerde alınan ve verilen enerji arasında bir denge oluşur. Bu açıdan, alüminyum ve alaşımlarına (düşük erime noktalarına rağmen) kaynak esnasında, çelik sacların iki misli yüksek bir akım şiddetinin uygulanması gerekir.

2.2 — Oksit tabakasının etkisi

Alüminyum ve alaşımlarının nokta kaynağı kabiliyetini etkileyen faktörler arasında en önemlilerinden biri de, alüminyum malzemenin oksijene karşı aşırı affinitesinden dolayı, yüzeyinin havada kısa sürede bir oksit tabakası (Al₂O₃) ile örtülmesidir. Bu tabakanın erime derecesi yüksektir (2050°C). Elektriksel izola-

de alaşım elemanlarının oksitleri daha yoğun olarak bulunabilir. Meselâ, AlMg alaşımlarında önce ince ve amorf bir Al₂O₃ filmi oluşur. Bu filmin arasından diffüze olan magnezyum, uzunca bir süreden sonra, yüzeyin geniş ölçüde kristal yapıdaki MgO filmi ile kaplanmasına neden olur. Böylece kaynak kabiliyeti zorlaşır. Dolayısıyla de farklı alaşımlara aynı yüzey işlemleri uygulandığında farklı yüzey tabakaları ortaya çıkabilmektedir.

Oksit tabakasının oluşumunu etkileyen diğer faktörler; yüzey durumu, oksijenin kısmî basıncı, sıcaklık ve havanın rutubet derecesidir. Havayla temasta, bilhassa yüksek sıcaklıklarda homojen olmayan kalınlık dağılımında ve çok kalın bir oksit tabakası teşekkül eder. Bunu önlemek üzere kimyasal ön yüzey işlemleri yapılır ve ince fakat homojen olarak dağılmış bir oksit tabakası elde edilir. Bunun için tavlama işlemlerinin yalnız koruyucu gaz altında, meselâ argon gibi, yapılması gerekir.

Nokta kaynağı sırasında sac yüzeyleri yüksek elektrot basıncı dolayısıyla lokal olarak deformasyona uğrar. Böylece

gevrek oksit tabakası kırılır ve kaynak akımı temas noktalarından akar. Isının ve deformasyonun artmasıyla, temas noktaları büyür ve temas dirençleri de giderek kaybolur (azalır).

Isı ve basınç kombinasyonu uygulanan nokta kaynağında, elektrot - sac geçiş bölgesinde Al_2O_3 ve MgO partikülleri yüzeyine adhezyonla tutunur (yapışır); bakır partikülleride aynı yolla alüminyumun yüzeyine yapışır. Böylece geçiş bölgesinde kontakt direnci yükselir ve bu bölgede alaşımlanma işlemleri artar. Alaşımlanma olayı, elektrot basınç yüzeyinin koyu bir renk alması ile kendini gösterir. Bu olay neticesinde elektrotların yapışma eğilimi artar, yani biten kaynak işleminden sonra, elektrotların uzaklaştırılması belirli bir kuvvete ihtiyaç gösterir. Bu nedenle elektrot çalışma yüzeyinden büyük parçalar koparılır; temas direnci artmaya devam eder ve basınç yüzeyi kötüleşir. Elektrodun ucunda artan ısı, elektrodun çalışma yüzeyinin deformasyonunu belirler. Genişleme ve yayılma dolayısıyla düzleşme sonunda akım yoğunluğu düşer ve nokta çapı küçülür. Neticede nokta mukavemeti azalır ve makaslama çekme deneyinde, sacların temas yüzeyinde noktalar düğümlenmez, tersine makaslanır. En sonunda iki sac bir daha kaynak edilmeyecek hale gelir.

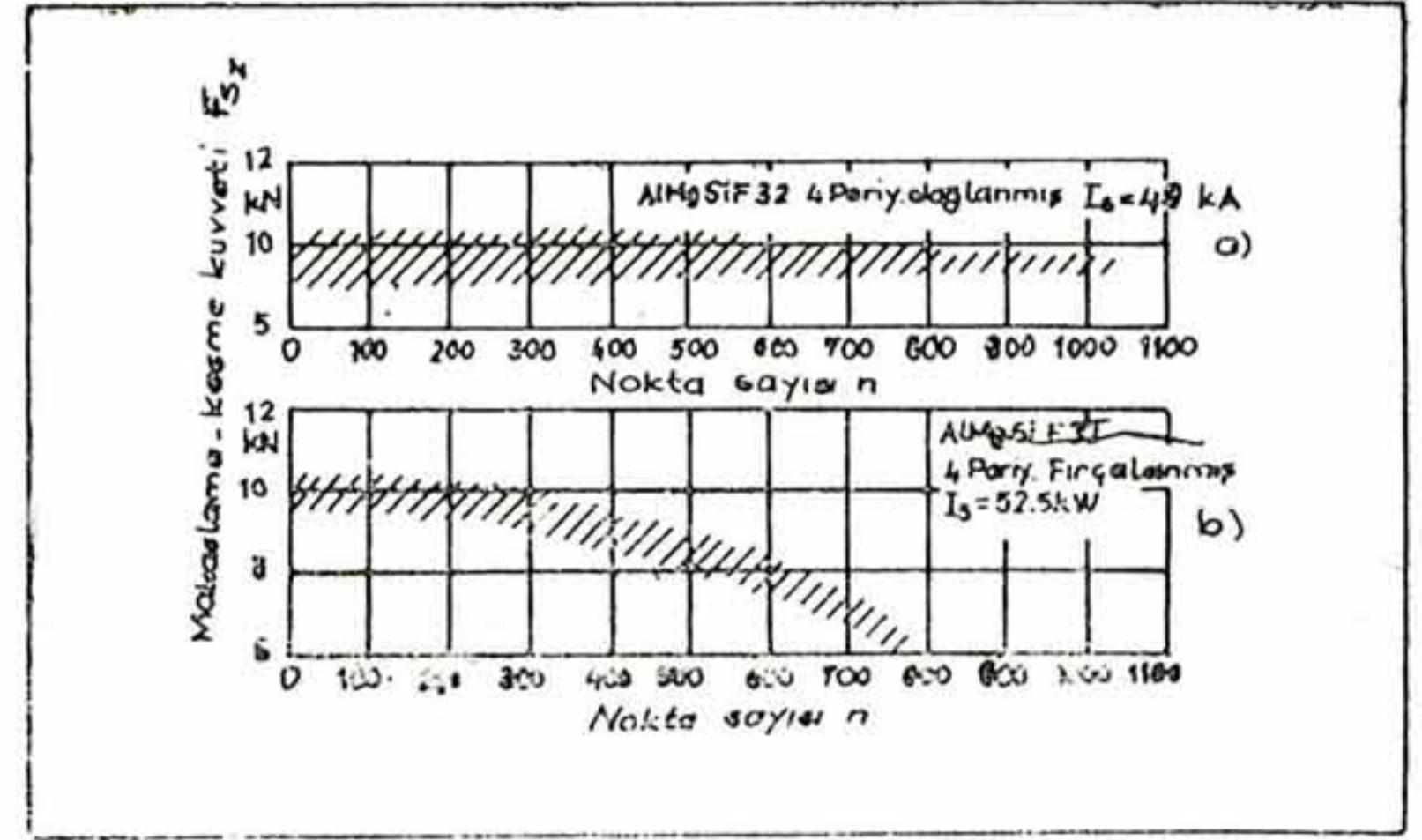
Nokta kaynağı bağlantılarındaki kaynak şartlarına ve amaca göre, elektrodun durumu farklı kriterlerle belirlenebilir (anlaşılabilir).

Şöyleki :

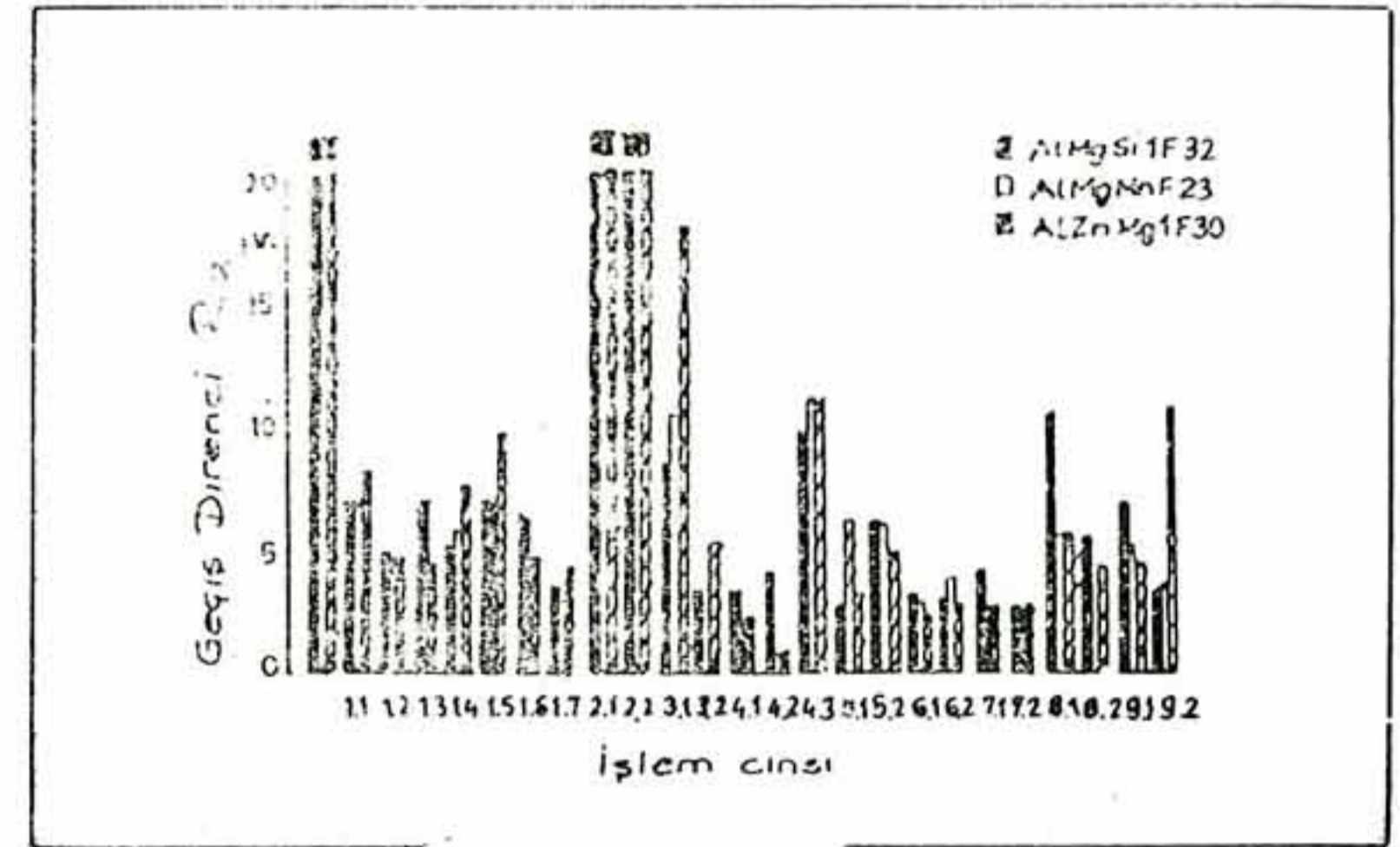
- Alüminyumun yüzeyinde ilk tanımlanabilen bakır adhezyonunun oluşması. Bu meselâ, $NaOH$ çözeltisiyle dağlıyarak kendini gösterir.
- Kaynak edilen sac üzerinde bakır çözelmesi sonucu renk koyuluğunun oluşması.
- Elektrodun iş parçasına yapışmaya başlaması.

- Nokta mukavemetinin azalması veya nokta çapının, başlangıç değerinin belirli bir yüzdesinin altına düşmesi (meselâ % 80 gibi).
- Bağlantının kırılma (kopma) davranışının düğümlenmeden makaslanmaya doğru değişimi.

Aynı şartlar altında çoğunlukla ilk iki kriter elektrodun durumunu belirler. Dolayısıyla elektrot malzemesi ile ilgili özelliklerin verilmesi, hangi kriterlerin öncelik kazandığına bağlıdır.



Şekil 1 — Yüzey işlemlerinin elektrodun durumuna bağlı olarak, nokta kaynağı bağlantısının makaslama - çekme mukavemetine etkisi.
 $s=2$ mm, $F_{el}=8$ kN, $R_{el}=300$ mm üstteki dağlanmış, alttaki tel fırça ile fırçalanmıştır.



Şekil 2 — Çeşitli alüminyum alaşımlarında geçiş direncinin işlem türü ile değişimi.

2.3 — Metalurjik özelliklerin etkisi

Kaynak esnasında oluşan distorsyonun (büzülme ve çarpılmaların) tahdit edilmesi, alaşımların tipine bağlantı şartlarına (rijitliğe) bağlı olarak çatlaklara yol açabilir. Birçok halde katılaşma esnasın-

da sıcak çatlaklar meydana gelir. Sıcak çatlakların teşekkül ihtimali olmayan alaşımlar saf alüminyum, AlMn ve AlMgMn dir. AlMg3 ve AlMg5 alaşımlarında sıcak çatlaklar görülebilir. Bu ihtimal sertleşebilen (ayrışma) AlMgSi, AlCuMg ve AlZnMg tipi alaşımlarda çok kuvvetlidir. Nokta kaynağında özel bir basınç uygulama programı ile sıcak çatlak teşekkülünü önlemek mümkündür. Bu açıdan özellikle sertleşebilen AlZnMg ve AlCuMg alaşımlarında şartlara göre, özel bir basınç programının uygulanması, çatlak oluşumunu önlemek bakımından gereklidir.

Ayrıca nokta kaynağında eriyen malzemenin dışarıya fıskırması sonucu, kaynak çekirdeğinde boşluklar meydana gelir. Kaynak çekirdeğinde oluşan bu boşluklar, bilhassa magnezyum oranının yüksek olduğu AlMg3, AlMg5 ve AlMgSi de görülür. Olayın sebebi magnezyumun yüksek buharlaşma basıncıdır. Boşluk teşekkülü de, uygulanan sonradan basan yüksek basma kuvveti ile önlenir. Bu boşluklar bağlantının iç kısımlarında yani kaynak çekirdeğinde kaldıkça ve boyutları da nokta çapının % 15 ilâ 20 sini aşmadıkça, mukavemet ve korozyona dayanıklılık açısından bir problem teşkil etmez. Buna mukabil sac yüzeyinde oluşan çatlaklar titreşimli zorlama ve korozyona dayanıklılık açısından çok tehlikelidir.

3 — YÜZEY ÖN İŞLEMLERİ

Alüminyum esaslı malzemeye, yüzey ön işlemleri uygulamadan da nokta kaynağı yapılabilir; fakat elektrodun aşınması ve kaynak kalitesinin düşmesi dolayısıyla tavsiye edilmez. Yüzey ön işlemleri çoğunlukla yüzeyi kir ve yağlardan temizleme ile başlar, daha sonra yüzeyi kimyasal yollarla besin olarak yağlardan arındırmak gerekir.

3.1 — Yağdan arındırma

Bunun için diklaretilen, karbontetraklor veya alkali çözeltiler gibi, yağ çö-

zücülerden oluşan buhar banyosu veya daldırma banyosu kullanılır. Buharlı yağsızlaştırma banyosu, daldırma banyosundan sonra yüzeyde kalabilecek rutubetli bir yağ filminin oluşumunu ortadan kaldırır. Saclar banyodan çıkarıldıktan sonra, tekrar bir yağ püskürtücü püskürtülerek girintili çıkıntılı kısımlara nüfuz etmesi sağlanmalıdır. Küçük yüzeylerde yağ çözücüsü emdirilmiş pamuklu bezler ile ovmak suretiyle lokal bir yağsızlaştırmada uygulanabilir.

Mekanik ön işlem basit tertibatlarla yapılabilir ve genellikle özel bir işlem gerektirmez. 40 HB'den küçük sertlikteki

Kimyasal maddeler	Dağlayıcı Bileşim Sıcaklık Zaman	Dağlama işlemi				Büyükler
		1.1	1.2	1.3	1.4	
1 Sodyum hidroksit (NaOH)	Bileşim	50 g/l	50 g/l	50 g/l	200 g/l	6 AlSi ve 6 AlSiMg için uygun çöz- güçlendirme sonra sodyum hidroksit ile temizlenmeli
	Sıcaklık	60°C	60°C	60°C	60°C	
2 Sodyum karbonat (Na ₂ CO ₃) + Sodyum florür (NaF)	Bileşim	75 g/l	75 g/l			Yalnız Cu ve %15'i içeren
	Sıcaklık	50°C	50°C			
3 Sülfirik asit (H ₂ SO ₄) %95 + Sodyum florür (NaF)	Bileşim	100 g/l	100 g/l			%50 HNO ₃ 'e daldırılarak kalıntılar temizlenmeli
	Sıcaklık	50°C	50°C			
4 Nitrik asit (HNO ₃) %66 + Florür asidi (HF) %40	Bileşim	100 g/l	100 g/l	91 g/l		
	Sıcaklık	50°C	50°C	50°C		
5 Sülfirik asit (H ₂ SO ₄) %22,5 + Peroksid (H ₂ O ₂)	Bileşim	387 g/l	387 g/l			
	Sıcaklık	60°C	60°C			
6 Sülfirik asit (H ₂ SO ₄) %20 + Peroksid (H ₂ O ₂)	Bileşim	32 g/l	100 g/l			%50 HNO ₃ 'e daldırılarak kalıntılar temizlenmeli
	Sıcaklık	55°C	60°C			
7 Peroksid asit (H ₂ O ₂) %25 + Potasyum hidroksit (KOH) %25 + Propandiol (C ₃ H ₈ O ₂)	Bileşim	17 g/l	17 g/l			
	Sıcaklık	25°C	25°C			
8 Potasyum hidroksit (KOH) %25 + Peroksid (H ₂ O ₂)	Bileşim	40 g/l	40 g/l			
	Sıcaklık	25°C	25°C			
9 0.0-Forik asit (H ₂ FO ₄) %25 + Nitrik asit (HNO ₃) %66	Bileşim	136 g/l	136 g/l			
	Sıcaklık	90°C	90°C			

Tablo 2 — Çeşitli dağlayıcıların (kir çözücülerin) kullanma alanları ve erişilebilen maksimum temas dirençleri.

yumuşak malzemeler (saf alüminyum ve AlMn alaşımı gibi) yağlanmaya mütemadi olmalarından ötürü özel bir itina ile işlenmelidir. Yüzeyi başka bir metal tabakasıyla kaplanmış alüminyum malzemeye de, ince tabakayı zedelememek için

aynı itinaı göstermek gerekir. Küçük yüzeyler için paslanmaz çelik elyafından veya telinden el fırçaları (0,05 ilâ 0,2 mm) ya da dönel fırçalar ($>200^\circ\text{mm}$) kullanılır. İnce zımparalama işleminde, zımpara tablaları ya da zımpara bantları kullanılır. İyi zımparalanmış bir yüzey elde etmek için 5/0 ilâ 8/0 tane büyüklüğündeki zımparalar tavsiye edilir. Yeterli bir zımparalama basıncı, uygun bir çalışma hızı (30 ilâ 40 m/dak) ve parafin gibi maddelerin ilâvesiyle zımparanın aşırı ısınması önlenir.

— Mekanik yüzey işleminin dezavantajı yüzeyin zedelenmesine yani pürüzlenmesine yol açmasıdır. Böylece geçiş direnci 50 ilâ 100 kadar düşer; geçiş bölgesinde (elektrot - sac yüzeyi) oluşan ısınma aşımalarına meylini arttırır (Şekil 1). Yüksek yüzey aktivitesi, oksit tabakasının yeniden oluşumuna yol açar. Bunun neticesi olarak da, belirli bir süre sonra geçiş direnci tekrar hızla yükselir. Meselâ, 20 dakika sonra 20 yükselme olur.

Oksit tabakasından korunmak üzere uygulanan bir diğer usul de ıslak akım usulüdür. Burada, suda suspansiyon halinde bulunan 50 m lik koruma maddesi, basıncı 5 bar civarındaki bir hava akımıyla yüzeye püskürtülür. Bu usul ile yüzeyler, çözücülerle yapılan temizleme usulüne göre, daha pürüzlü hale gelir. Mekanik yüzey işlemlerinin iyileştirilmesinde, özel zımpara kâğıtlarından yapılmış dönel fırçalar önemli rol oynar. Bunlar, kimyasal yüzey işlemlerinde olduğu gibi, düşük temas direnci ve çok yüksek elektrot ömrüne sahiptir.

Mekanik yüzey işleminden sonra yüzeylerin zımpara artıklarından temizlenmesi için yıkanması ve arkasından da yağ içermiyen sıcak hava ile kurutulması gerekir.

Kimyasal yüzey ön işlemleri, büyük yüzeylerde mekanik işleme tercih edilmelidir. Kimyasal yüzey ön işlemi şu kademelerden oluşur: Temizleme, kurutma,

dağlama (çözücülerle temizleme), durulama pasifleştirme ve durulama veyahut kurutma.

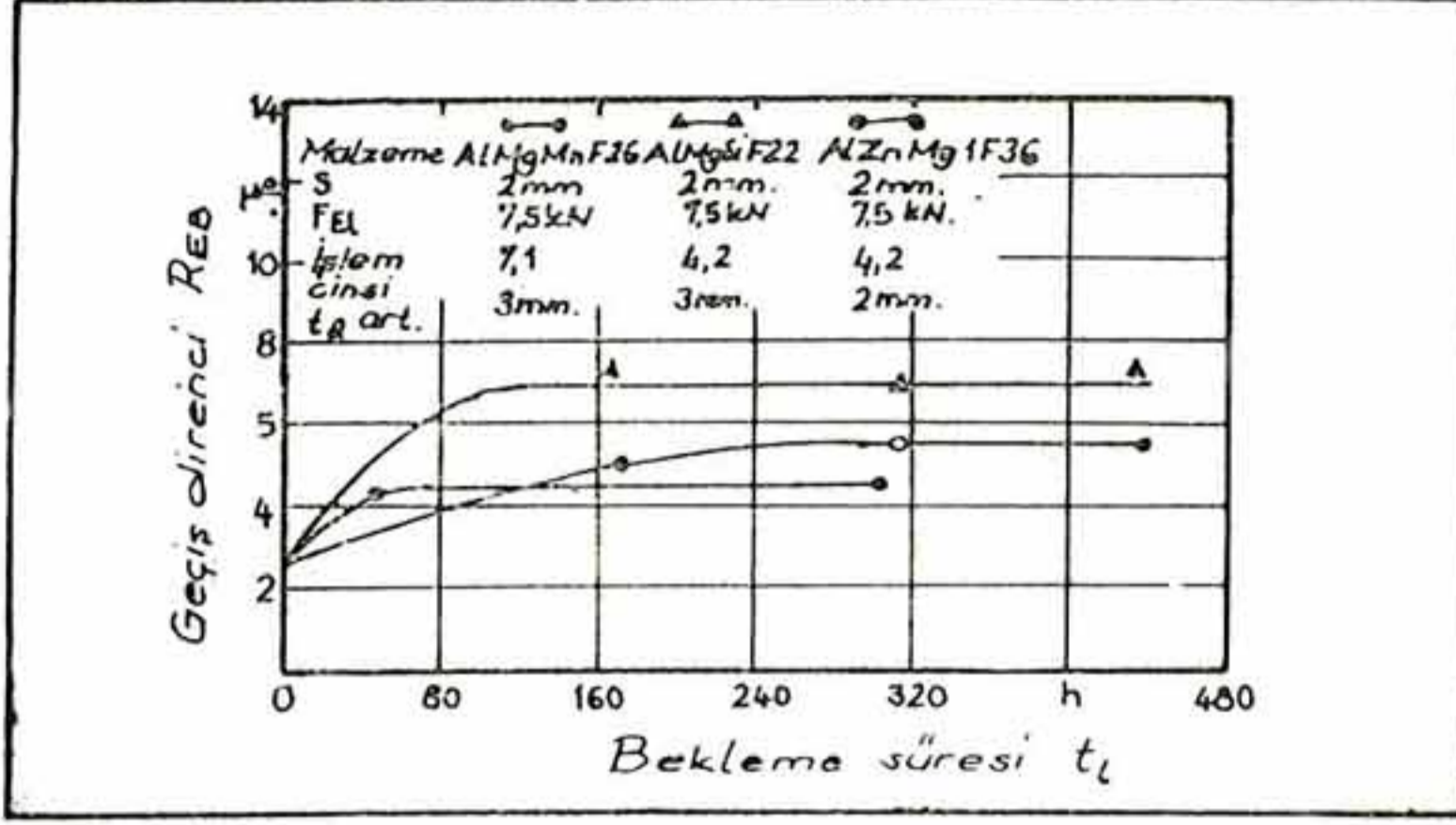
Yüzey işlemlerinde çözücü olarak kullanılan bileşiklerin büyük bir kısmı, oksit tabakasının uzaklaştırılmasından sonra metalde tutunur ve uzun süre yüzeyde kalırsa, yeni bir kaplama tabakası oluştururlar. Bunun sonucunda da temas direnci tekrar yükselir. Bu bakımdan çözücüler kullanıldıktan sonra, parçayı sıcak ya da soğuk suyla (mümkün mertebe kireç ve iyonlardan arındırılmış) çalkalayarak durulamak gerekir. Yeterli çözücü arındırma işleminden sonra temas direnci 3 ilâ 50 arasında bir düşme gösterir. Çeşitli çözücülerin toplu özellikleri ve elde edilen temas dirençleri Tablo 2 ve Şekil 2'de verilmiştir. En çok kullanılan çözücüler alkali çözücülerdir. Meselâ % 10 ilâ 20 lik kostik soda ve karışık asit bu amaç için kullanılabilir. Karışık asit yüzey işlemlerine daha uygundur ve ayrıca dağlama süresi daha az kritiktir.

Bazı hallerde dağlama işleminden sonra % 20 ilâ 50 HNO_3 ve H_3PO_4 ile yüzey işlemleri yapılır. Bunun görevi dağlamadan sonra yüzeyde kalması muhtemel çözücü artıklarını (bunlar, meselâ bakır içeren alüminyum aşımalarında yüzeyde bakır çökelmelerine yol açarlar) önlemek, homojen ve ince bir oksit filmi ($<0,01 \mu\text{m}$) oluşturmaktır. Böylece kaynak işleminden önce yoğun ve kararlı bir yüzey tabakasının oluşması, temas direncinin büyük sapmalara uğraması ve bekleme süresinde de bu davranışların korunması sağlanmış olur (Şekil 3).

Sıcak hava ile kurutma son durulama işleminden sonra mutlaka uygulanmalıdır. Bu işlem, yüzeyde leke oluşumunu, dolayısıyla de temas direncinin yükselmesini ve aşımaların meydana gelmesini önler. Leke oluşumunun kesinlikle önlenmesi için, kurutma işleminden önce, durulanmış sacın bir metanol banyosuna doldurulması gerekir.

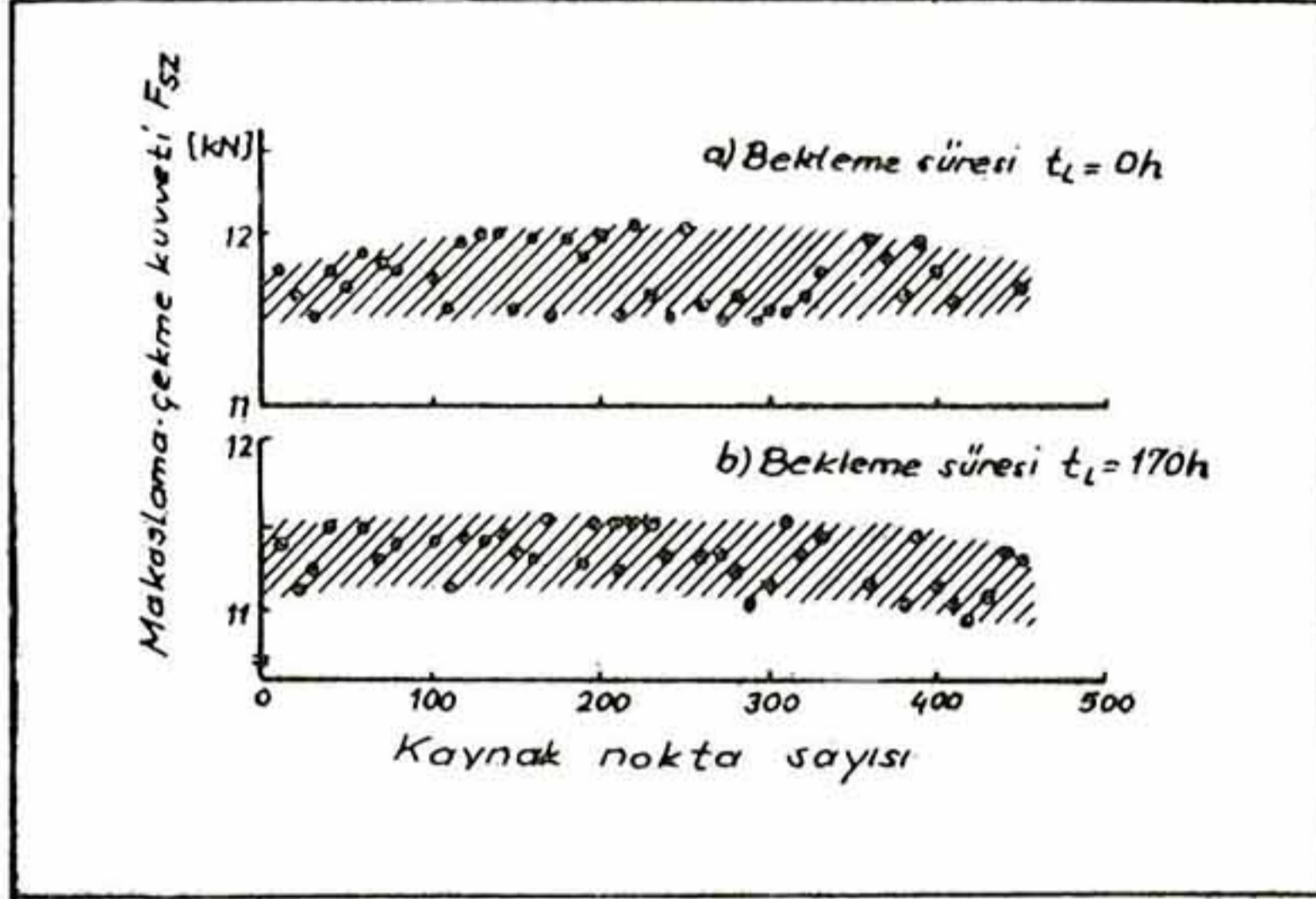
Uygun ve yeterli bir kimyasal yüzey

ön işleminden sonra, saclar kaynak kabiliyetini uzun süre muhafaza eder (Şekil 4).



Şekil 3 — Bekleme süresinin geçiş direncine etkisi.

- 7.1 : H₃PO₄ ile Al Mg Mn F 26
 4.2 : HNO₃ ile sonrada karışık asit ile (HNO₃+HF) asitle
 AlMgSi1F32 ve AlZnMg1F36



Şekil 4 — Bekleme süresinin elektrodun ömrüne tesiri. Burada AlMgSi 1 F32 alaşımına kimyasal yüzey ön işlemi uygulanmıştır.

- S=2 mm, Elektrot CuAg
 Uçun eğrilik yarı çapı 300 mm

4 — NOKTA KAYNAĞI SIVISI

1973 yılından beri yapılan çalışmalar sonunda, aromatik bileşikler sınıfından özel alkalik çözeltilerin (sıvıların), malzemenin elektrot tarafındaki yüzeylerine sürülmesi ve 20 dakikalık nihaî bir kurutma işleminin uygulanmasıyla yüzey ön işlemi ve kaynak işlemi arasındaki bekleme süresinin uzadığı ve alaşımlanmanın (elektrotların hasara uğraması ve aşınması) azaldığı görülmüştür. Bu yolla AlMg5, AlMgSi1, AlCuMg1 ve AlCuMg2

alaşımlarında elektrotlar 1000 noktadan daha fazla kaynak yapabilecek şekilde ömürleri uzamaktadır. Yüzeyi saf alüminyumla kaplanmış ince saclarda (<1 mm) ise, kararlı olmıyan kaynak sonuçları elde edilmektedir.

5 — YÜZEY DİRENCİNİN KONTROLÜ

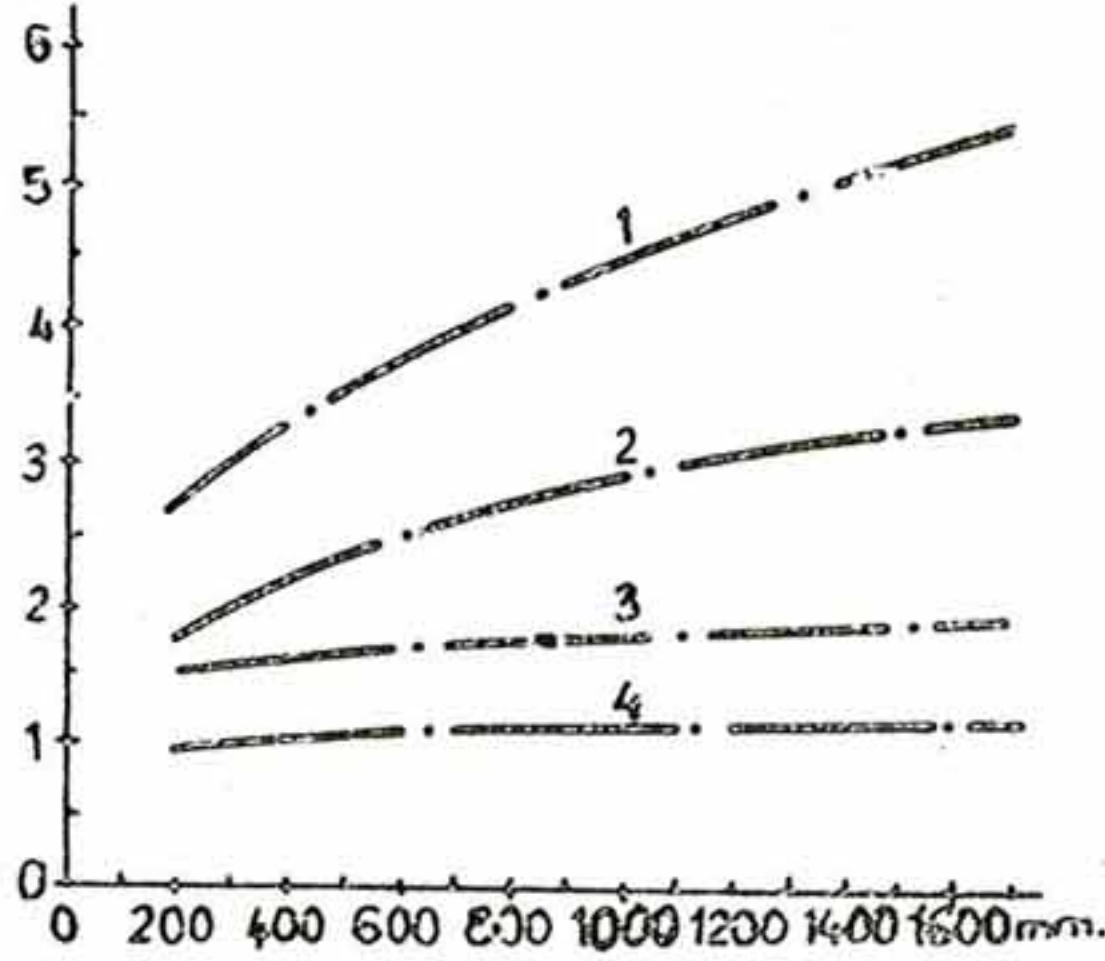
Yüzey direncinin ölçülmesi, yüzey ön işlemlerinin kontrolünü sağlar. Burada saclar iki elektrot arasında belirli bir basma kuvvetine maruz bırakılır. İki elektrot arasındaki gerilim düşümü, ölçülen akıma bölünerek bulunan direnç, temas direncinden başka malzeme direncini de içerir. Malzeme direnci, temas direncine nazaran ihmal edilebilir mertebededir.

Ölçme, ya özel bir deney tesisatında ya da kaynak makinasında bizzat yapılabilir. Kayda değer sonuçlar elde edebilmek için, deney şartları kaynak esnasındaki şartlara mümkün mertebe uymalıdır. Aynı hususlar ölçme akımı içinde geçerlidir. Düşük akımlı direnç ölçmelerinde (Statik direnç) alaşımlanma ile ilgili veriler aydınlatıcı olmaz. Dinamik direnç ölçmeleri (bunlarda ölçme akımları, kaynak akımının % 40 ila % 100'ü mertebesinde) kaynak davranışı üzerinde daha açık bilgiler verir.

6 — KAYNAK TEKNOLOJİSİ

Alüminyum ve alaşımlarının nokta kaynağında, yüksek derecede akım ihtiyacı nedeniyle, bilinen tek fazla kaynak makinalarından başka üç fazlı kaynak makinaları da kullanım alanına girmiştir. Üç fazlı kaynak makinaları frekans değiştirme prensibine veya sekonder doğrultucu redresör prensibine göre çalışır. Böylece sisteme verilen güç azalır, güç faktörü Cos φ iyileşir ve şebeke yükünün düzensizliği (asimetrik yükleme) asgariye indirilmiş olur. Bilhassa büyük sekonder pencere ile çalışılması gereken yapı formlarında veya büyük miktarda ferromagnetik malzemenin sekonder pencereyi kap-

saması hallerinde üç fazlı makinalar büyük avantaja sahiptir (Şekil 5). Tablo 3 de çeşitli formdaki elektrik direnç kaynağı makinalarının özellikleri mukayeseli bir şekilde verilmiştir. Üç fazlı kaynak makinalarının bağlantı tekniği açısından tartışılmaz avantajlarına mukabil, akım formu, kaynak kalitesi ve elektrot ömrü (aşınması) üzerine etkisi hususunda fark-



Şekil 5 — Elektrik direnç kaynağı makinalarının aynı kaynak akımındaki relatif gerilim düşümleri (üç fazlı doğru akım - redresör - makinasında ve 20 mm açıklıkta).

- 1 — Bir fazlı alternatif akım 50 Hz.
- 2 — Üç fazlı frekans değiştirgeçli 30 Hz.
- 3 — Üç fazlı frekans değiştirgeçli 5,6 Hz.
- 4 — Üç fazlı doğru akımlı (redresörlü).

lı görüşler mevcuttur. Küçük çalışma aralıklarında tek fazlı doğru akım makinaları (redresörler), alternatif akım maki-

nalarına eşdeğer bir şebeke bağlanma yeteneği gösterirler.

6.1 — Akım şeklinin etkisi

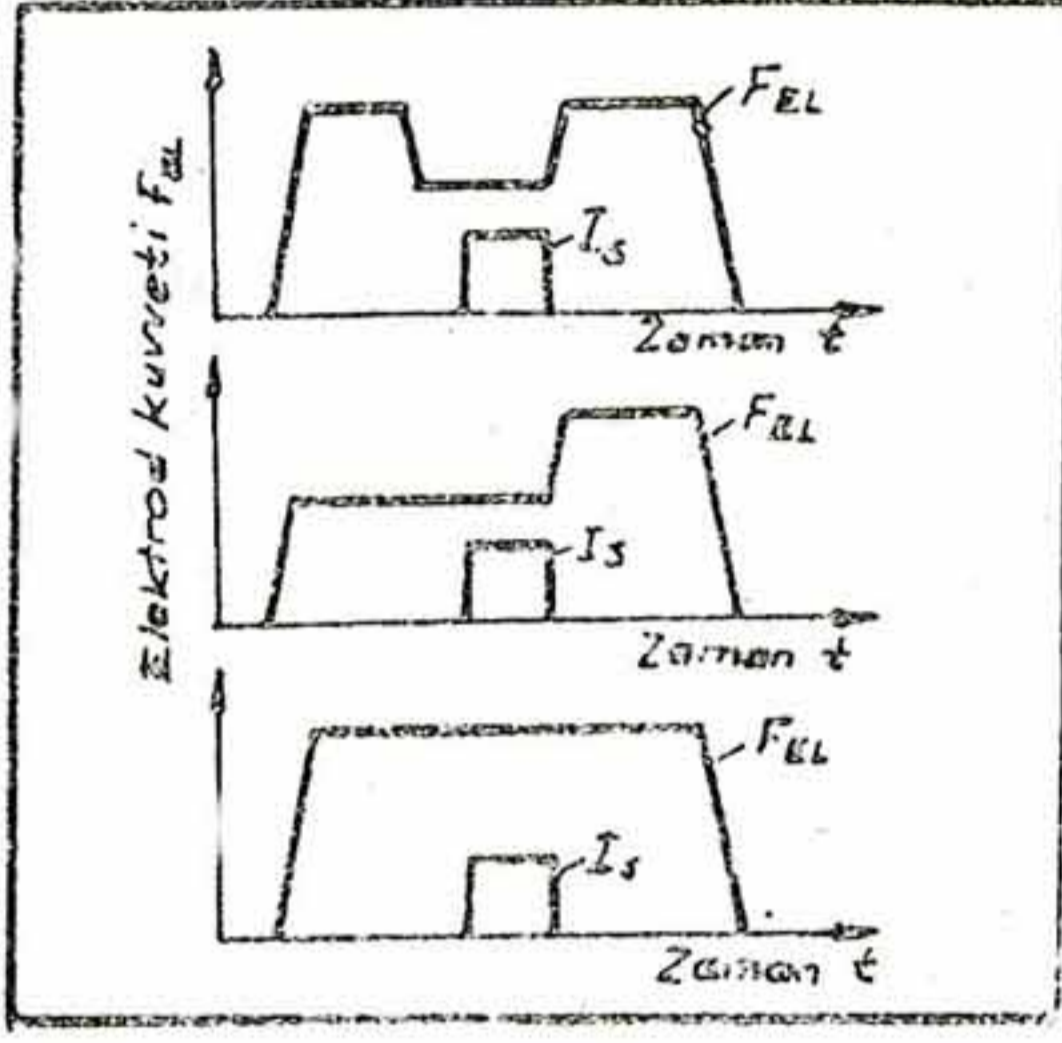
Yapılan araştırmalar, alternatif akımda, sıfır ekseninden geçerken yaptığı kısmî soğumadan dolayı, doğru akıma nazaran daha yüksek bir efektif akım şiddetine ihtiyaç gösterir. Böylece kaynak banyosu aşırı ısınmadığından kıvılcım ve sıçrama tehlikesi azalır. Doğru akımla yapılan kaynakta ortaya çıkan Peltier etkisi sonucu, kaynak bölgesinde asimetrik düzensiz bir çekirdek teşekkül eder ve pozitif kutupta artan bir elektrot aşınması meydana gelir. Bu tür olumsuz gelişmeler alternatif akımda yoktur. Buna mukabil doğru akım kaynağında, alternatif akımla yapılan kaynağa nazaran daha iyi bir kaynak kalitesi elde edilir.

Uçak inşasında, alüminyum alaşımlarının üç fazlı frekans değiştirgeçli kaynak makinasıyla nokta kaynağı, uzun yıllardan beri sürdürülmektedir. Yapılan araştırmalar, bu makinaların tek fazlı makinalara göre, gerek şebekeye bağlanma tekniği gerekse kaynak tekniği açısından daha iyi neticeler verdiğini göstermiştir. Bazı araştırmacılar, akım şeklinin kaynağın neticesi üzerine tesiri olmadığını ileri sürmüştür. Bütün bu farklı sonuçların esas nedeni, deneylerde mekanik özellikleri farklı mekaniklerin kullanılma-

Tablo 3 — Çeşitli elektrik direnç kaynağı makinalarının özelliklerinin mukayesesi.

Makina tipi Makinanın karakteristikleri	Tek fazlı alternatif akım	Üç fazlı faz değiştirgeçli	Üç fazlı redresör (doğru akım)
Kaynak akımı	Fazlar eşit yüklenmez sinüs akımı (50 Hz)	Akım impulsu meselâ $16 \frac{2}{3} H_2$	Doğru akım
Faz yüklenmesi	İki fazlı	Üç fazlı	Üç fazlı
Güç ihtiyacı	Yüksek	Düşük	Düşük
Güç faktörü	0,4 ila 0,7	0,8 ila 0,9	> 0,9
Kaynak yapılabilecek max Al sac kalınlığı	3 ve 3	6 ve 6	6 ve 6

sından ileri gelmektedir. Bunların kaynak davranışını etkilemeleri kesin sonuçlar vermesini imkânsızlaştırmaktadır. Bazı müelliflere göre de alüminyum ve alaşımlarının alternatif akım ile birleştirilmesi, uygun bir sekonder akım değeri ve uygun bir basınç programı ile rahatlıkla mümkündür.



Şekil 6 — Tipik elektrot kuvveti programlarının formu (kuvvet - zaman diyagramları).

6.2 — Elektrot kuvveti programları

Kaynak işlemi esnasında, elektrot kuvveti uygun bir şekilde değiştirilir (Şekil 6). Akımın geçişi sırasında elektrot kuvvetinin düşürülmesi, elektrot ucunun yumuşayan malzemeye kuvvetle basmasını önler. Sonradan presleme (basma) fazında, sıcak çatlama ve boşluk teşekkülüne meyyal alaşımlarda, bu gibi kaynak hatalarına meydan vermemek için, basma kuvvetinin arttırılması gerekir. Burada önemli olan nokta, elektrot kuvvetinin akım geçişinin sona ermesiyle birlikte mümkün mertebe çabuk yükseltilmesidir. Eğer son presleme (basma) kuvveti bir gecikme ile uygulanırsa, malzeme kısmen de olsa katılaştığından ötürü sıcak çatlama ve boşluk teşekkülü önlenemez. Akım geçiş süresinin sonunda son basma kuvvetindeki yükselme, elektrot basıncı, biten akım süresinden bir peryot sonra yükseltilirse, elektrot ömründe bir artma olmaz.

Ön basma (presleme) kuvvetini de yükselten bir basınç programı ile çalış-

mak, geçiş direncinde bir azalma ve aynı zamanda toleransta bir daralma sağlar. Yüksek ön presleme kuvvetinin optimal yüzey ön işlemlerinde bir yararı yoktur.

Tablo 4 — 1 mm kalınlığındaki AlCu alaşımı sacların nokta kaynağında, yükseltilelen elektrot basma kuvvetinin elektrot ömrüne etkisi Cu—Cr alaşımı elektrot kullanılmış olup, çapı 4,8 mm, 3 peryot ve 3,1 kN da.

Sonradan presleme kuvveti (k N)	Ortalama elektrot ömrü (Nokta sayısı)
3,1	1366
4,7	2000
6,3	2731
7,8	3165

6.3 — Kaynak sonrası davranışlar

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, yükselen sıcaklıktaki kısa kaynak süreleri ve çabuk yumuşama özelliklerinden dolayı, elektrot, kütle sürüklenmesi ve sürtünmeye neden olmayacak şekilde kaynak yerinden uzaklaştırılmalıdır. Böylece sıçrama teşekkülü ve alaşımlanma eğilimi azalır ve bir sonraki kaynak işlemi gecikmesiz olarak yapılabilir. İki kaynak makinası ve bir elektrot pensi ile çeşitli kaynak sonrası karakteristiklerinde yapılan kaynaklarda, elektrot aşınmasında görünür bir farklılık elde edilmiştir.

6.4 — Elektrotlar

Nokta kaynağında elektrotların görevi, kaynak akımını ve elektrot kuvvetini, kaynak bölgesine iletmezdır. Alaşımlanma ve elektrot ucu aşınmasını küçük tutmak için aşağıdaki iki şartın yerine getirilmesi gerekir.

- Küçük yüzey pürüzlülüğü ve yüksek bir elektrot kuvveti uygulayarak, basma bölgesinde küçük temas dirençleri sağlamak.

- b — Yüksek Elektrik ve ısı iletkenlikleri ile sııcaktaki mukavemeti sayesinde, az ısınma ve asgarî elektrot aşınması vermek.

6.4.1 — Elektrot malzemesi

Alüminyum ve alaşımlarının nokta kaynağında saf bakır ya da Cu Ag - alaşımları (DIN 44759'a göre Sınıf A 1/1 veya 1/4) tavsiye edilir. Bunlarda yüksek bir elektrik iletme kabiliyeti (50 m/mm²) ve düşük sayılabilecek bir sertlik (90 - 130 HB) değeri görülür. Elektrik ve ısı iletkenliğinin iyi olması nedeniyle, elektrot ile sac arasındaki geçiş bölgesinde düşük seviyede bir ısınma meydana gelir. Böylece elektrodun alaşımlanması ve yapışması, bakır alaşımlı elektrotlardan daha çok sonra meydana gelir. (Meselâ, Cu Cr Zr tipi elektrot). Bu-

zemesi olarak kullanılması uygun değildir.

Dispersyonla sertleştirilmiş bakır malzeme, elektrot ömrüne önemli bir katkıda bulunmaz. Buna mukabil elektrot malzemesi olarak % 60 molibden ve % 40 bakır içeren sinter alaşımı kullanmak, Cu Cr elektrotlarına nazaran önemli avantajlar sağlar. Bu husus, 1 mm kalınlığındaki AlMg2 - saclarının yüksek kaynak hızlarında (100 nokta/dakika) yapılan kaynak işleminde açıkça görülür. Sinter alaşımlarının sııcaktaki yüksek sertlik özelliği, elektrik ve ısı iletme kabiliyetinin yarıya inmesine rağmen, elektrot çalışma yüzeyi çapını 1000 kaynak noktasına kadar 6,5 mm değerinde tutar. Diğer taraftan Cu Cr alaşımı elektrotlarda bir değer 4,5 mm ile sınırlıdır. Alaşımlamayı önlemenin diğer bir yolu, bakır elektrot-

Tablo 5 — 1 mm kalınlığındaki Al Cu alaşımı sacların kaynağında, elektrot malzemesinin elektrot ömrü üzerine etkisi. Elektrot çapı 4,8 mm.

Elektrot malzemesi	Elektrik iletkenliği (m/Ω mm ²)	Sertlik (HB)	Elektrot ömrü
Cu Cd	48	95	416
Cu Cr	46	140	1380
Cu Cr Zr	45	140	1180
Cu Co Be	26	180	1700
Dispersyonla sertleştirilmiş bakır (0,7 % Al ₂ O ₃)	50	130	700

na mukabil elektrot ömrüne ait kriter olarak mukavemetin gözle görünür bir şekilde düşmesi gözönüne alınır, Cu Cr ve Cu Cr Zr elektrotları (DIN 44759 Sınıf A 2/1 ve 2/2) ile daha yüksek elektrot ömürleri elde edilir. Hatta Cu Co Be tipi elektrot malzemesiyle, kötü sayılabilecek elektrik iletkenliğine rağmen, daha yüksek elektrot ömürleri sağlanır (Tablo 5). Elektrot malzemesinin sertliği arttıkça ömrü de uzar. Sertliğin ömür üzerindeki etkisi önemlidir. Cu Be alaşımı elektrot ile, ilk kaynak noktasında görülen alaşımlanmadan ötürü, elektrot mal-

ları, nikel ve gümüş ile kaplamalıdır. Bu yolla 2000 noktanın üzerinde (sac yüzeylerinde koyulaşmaya rastlanmadan) kaynak yapmak mümkündür.

Her şart için en uygun elektrot malzemesinin seçiminde birçok parametre gözönünde tutulmalıdır. Bu parametrelerin başlıcası: Alüminyum alaşımının cinsi, yüzey durumu, kaynak dataları, nokta sırası ve sayısı, elektrodun formudur. Elektrot ömrü alaşımlanma etkisiyle sınırlı olduğundan, iletme kabiliyeti yüksek ve orta mukavemetli malzemeler, elektrot malzemesi olarak daha uygun-

dur. Buna karşılık elektrot ucunun deformasyonu kriter olarak alınır, meselâ darbeli elektrot çalışması veya elektrot malzemesinin yüksek çalışma hızlarında yumuşaması, bu durumda elektrot malzemesinden beklenen özellikler: yüksek sıcaklıktaki mukavemet ve daha düşük iletme kabiliyetidir.

6.4.2 — Elektrot formu

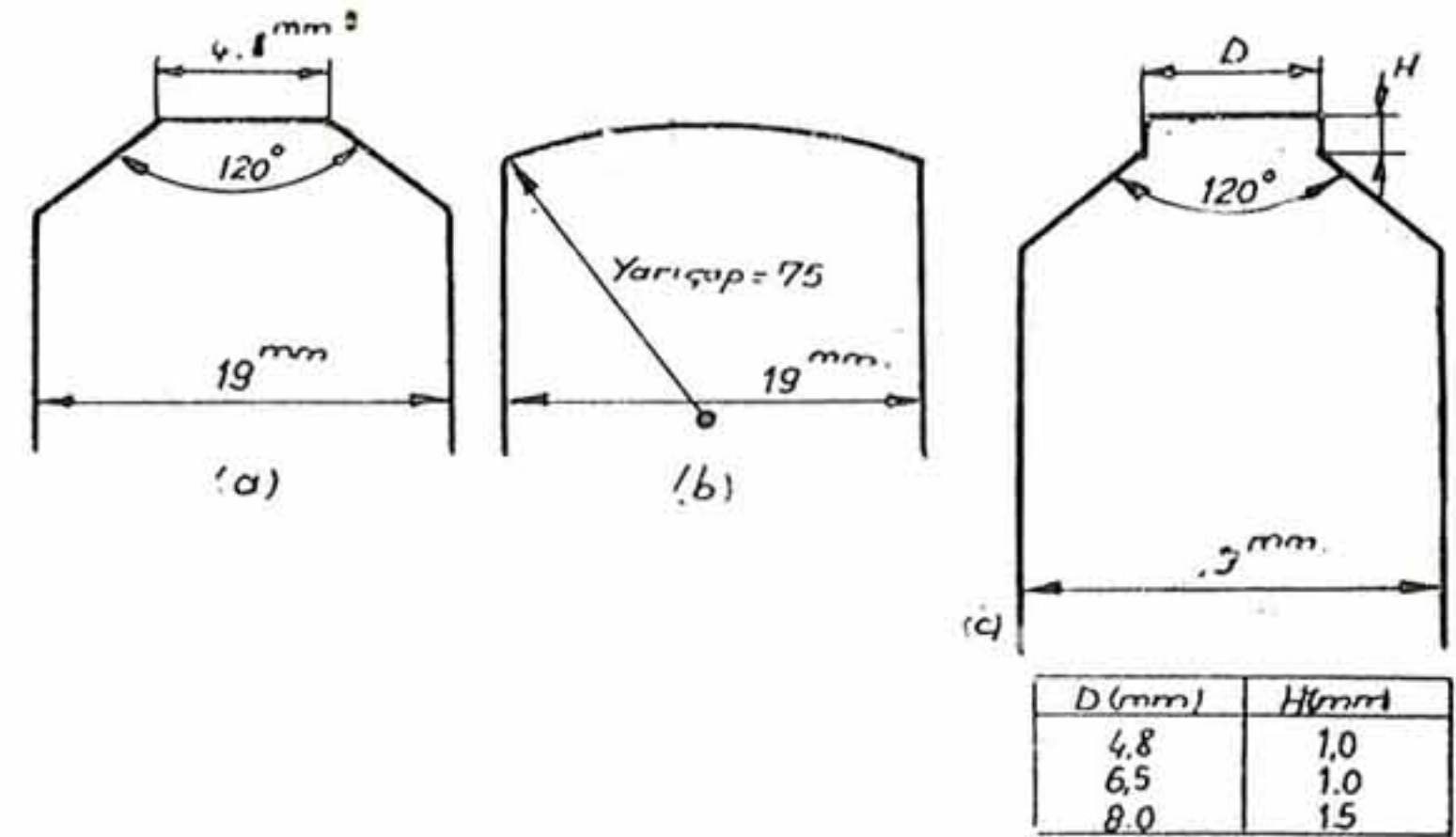
Alüminyum ve alaşımlarının nokta kaynağında genellikle bombe (küresel) uçlu elektrotlar kullanılır. Bunların avantajı, başlangıçta elektrot ucunun ortasında yükseltelen basınçla, oksit tabakasının kolay parçalanmasıdır. Bu tip elektrotların ucuna ait ölçüler Tablo 6'da verilmiştir. Çeliğin nokta kaynağında kullanılan elektrotlarla mukayese edildiğinde, alü-

Tablo 6 — Alüminyumun nokta kaynağında kullanılan elektrotların uc kısmının boyutları.

Sac kalınlığı (mm)	Elektrot ucunun çapı (mm)	Elektrot ucu bombelik yarı çapı (mm)
0,5	16	75
1,0	16	100
1,5	16	150
2,0	22	150
2,5	22	200
3,0	22	210
3,5	25	250

minyum malzemede elektrot ucunun bombelik yarıçapı daha büyüktür. Böylece elektrodun alüminyumun yüzeyine mümkün olduğu kadar az bastırmasını ve kaynak çekirdeğinin civarının birbirine emniyetli şekilde temasını sağlayarak sıçramaların azalmasını temin eder ve saclar yeterli bir kuvvetle birleşir. Silindirik ve konik uçlu (60°) elektrotlarla 1 mm kalınlığındaki Al Cu Mg ve Al Mg5 alaşımlarının yapılan kaynaklarında (uç çapı 16 mm ve bombelik yapı çapı 75 mm olan), konik uçlu elektrotların ömrünün (700 ilâ 1000) silindirik elektrotların ömrüne (200 ilâ 400) nazaran çok daha yüksek olduğu görülmüştür.

Düz uçlu elektrotlarla yapılan son araştırmalar, bu elektrotların ömrünün (2000 nokta) bombe küresel uçlu elektrotlara (1000 nokta) nazaran üç misli daha uzun olduğunu göstermiştir. Daha yüksek elektrot ömrü elde edebilmek için (6000 nokta) düz uçlu boyunlu elektrotlar kullanılır. Cu Cr alaşımı elektrotların, farklı elektrot formlarıyla yapılan deneylerin de (Şekil 7), elektrot ömrünün düz uçlu boyunlu elektrotlarda en yük-



Şekil 7 — 1 mm kalınlığındaki alüminyum sacların nokta kaynağında kullanılan elektrot formları ve boyutları.

(a) — Düz ve konik elektrot.

(b) — Bombe (küresel) uçlu silindirik elektrot.

(c) — Düz uçlu boyunlu elektrot.

sek olduğu görülmüştür. Daha sonra sırasıyla küresel uçlu silindirik ve düz konik uçlu elektrotlar gelmektedir (Tablo 7).

Tablo 7 — 1 mm kalınlığındaki Al Cu sacların nokta kaynağında, elektrot formunun elektrot ömrüne etkisi.

Elektrot formu	Ortalama elektrot ömrü
Düz konik uçlu elektrot $d=4,8$ mm	1380
Bombe uçlu silindirik elektrot $R=75$ mm.	400
Düz uçlu boyunlu elektrot $d=6,5$ mm ; $h=1$ mm.	175

6.4.3 — Elektrodun soğutulması

Alüminyum ve alaşımlarının nokta kaynağında, uygulanan yüksek akım şid-

deti dolayısıyla, elektrotların iyice soğutulması gerekir. Böylece elektrot aşınması ve alaşımın çok erken oluşması önlenmiş olur. Birim zamanda kaynak yapılan nokta sayısı gerçekleşmesi istenir. Soğutma suyu ihtiyacı yaklaşık olarak 6 ilâ 8 lit/dak. dır ve suyun giriş sıcaklığı da mümkün merteye düşük olmalıdır.

6.5 — Kaynak şartlarının seçimi

Kaynak şartları, yeterli bir kaynak çekirdek büyüklüğü sağlanacak ve sıçramada asgari şekilde olacak tarzda seçilir. Çeliğin nokta kaynağında, nokta çapı ile sac kalınlığı arasında şu bağıntı vardır :

$$d = 5\sqrt{s}$$

d = Nokta çapı (mm)

s = Sac kalınlığı (mm)

Kaynak çekirdeğinin yüksekliği, yaklaşık tek sacın kalınlığına eşit olmalıdır. Hiçbir şekilde yeniden kristalleşme bölgesine veya kaynak çekirdeği sac yüzeyine erişmemelidir.

Elektrot kuvveti, kaynak süresi ve

kaynak akım şiddeti, birbirlerini karşılıklı olarak etkileyen kaynak datalarıdır. Bu datalar öyle seçilmeli ki, parametreler yeterli bir tolerans sınırına sahip olabilsin. Meselâ, kaynak işlemi esnasında kaynak akımı ya da elektrot kuvvetinin dalgalanması, kaynağın kalitesini etkilememelidir. Bunun için parametrelerin optimizasyonunda şu kriterler göz önünde bulundurulmalıdır: Düşük elektrot basıncı, düşük miktarda elektrot aşınması, elektrotların yapışmaması ve kaynak noktasında hataların bulunmaması. Tek fazlı nokta kaynak makinası ile kaynak yapılan alüminyum malzemenin endüstri ve uçak inşasındaki kalitelere ait datalar Tablo 8'de verilmiştir.

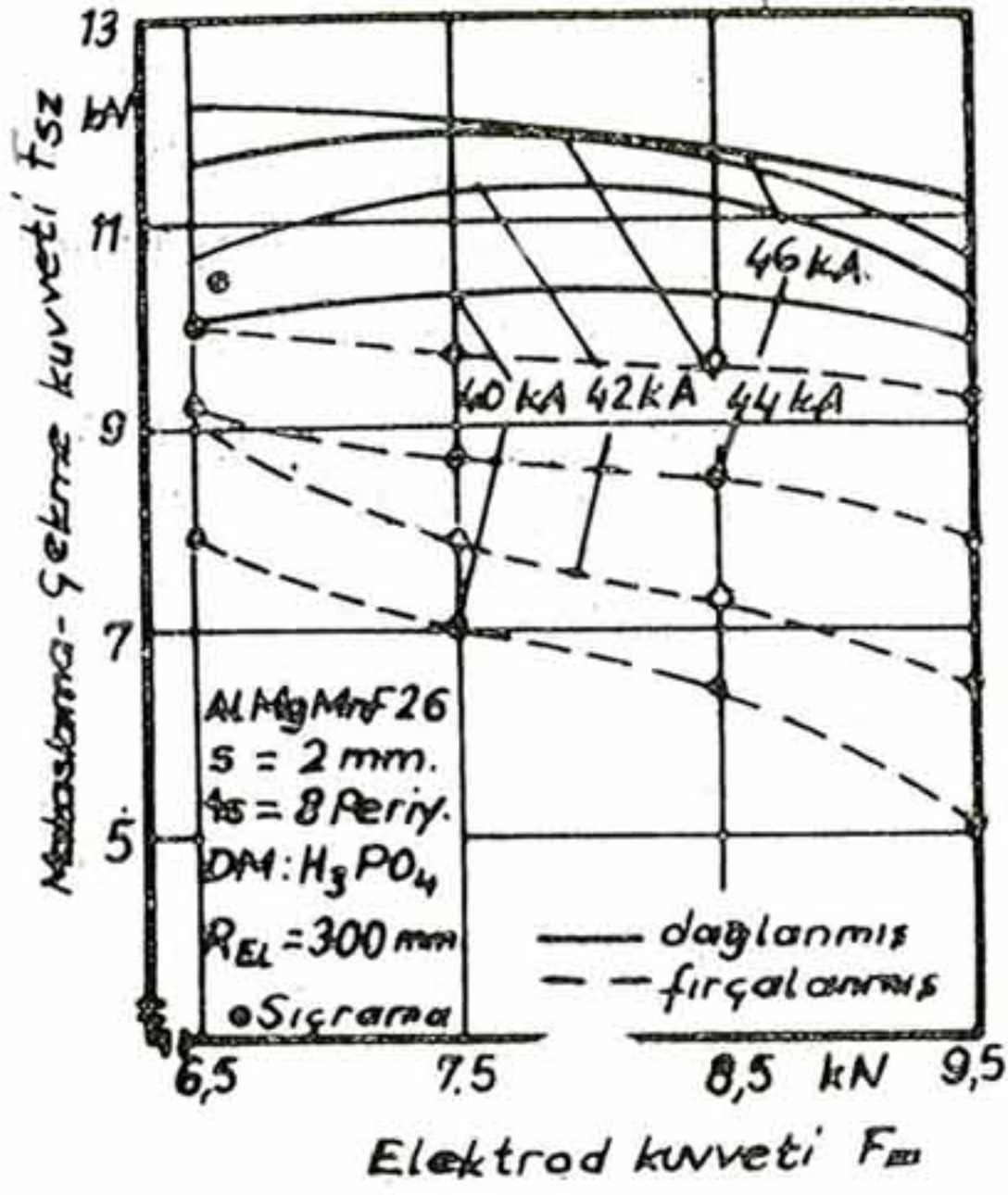
6.6 — Elektrodun hareketi ve elektrot kuvveti

Bilhassa yumuşak tip elektrot malzemesinde, elektrodun darbeli oturması, elektrot aşınmasını hızlandırır. Farklı oturma hızları ile yapılan araştırmalarda, yüksek oturma hızlarında elektrot ömrünün kayda değer bir şekilde azaldığı görülmüştür (Tablo 8). Yüksek elektrot

Tablo 8 — Alüminyum esaslı malzemenin nokta kaynağına ait karakteristik değerler. Tablo'daki üst değerler normal endüstri kalitesine ve alt değerlerde uçak inşasında kullanılan kaliteye aittir.

Sac kalınlığı (mm)	Elektrot kuvveti (KN)	Kaynak akımı (KA)	Kaynak süresi (Peryot)	Sonradan ısıtma (Peryot)	Bombelik yarı çapı (mm)	Kaynak noktasının çapı (mm)
0,5	1,4	16	5	—	50	3,0
	2,0	25	2	2	75	3,5
0,75	1,6	18	6	—	50	3,5
	3,0	31	2	3	100	4,0
1,0	1,8	21	7	—	50	4,0
	4,0	35	3	4	100	4,5
1,5	2,4	25	9	—	50	5,0
	6,0	50	4	7	100	5,5
2,0	2,8	29	10	—	50	6,0
	7,5	55	6	9	100	6,5
2,5	3,4	33	11	—	50	7,0
	10,0	63	7	10	100	7,5
3,0	3,7	36	12	—	50	8,0
	13,0	70	8	12	200	8,5

ömrünün sağlanması için, elektrotlar parçaya mümkün mertebe darbesiz oturmalıdır. Artan elektrot basıncı ile birlikte elektrot sac yüzeyine daha kuvvetli bir şekilde bastırır ve akımın geçtiği alan büyür; yani verilen akımın yoğunluğu ve elde edilen ısı miktarı artar (Şekil 8). Bu açıdan bakılırsa, yüksek elektrot kuvveti ile yapılan kaynak, aynı zamanda yüksek akım şiddeti gerektirir. Elektrot



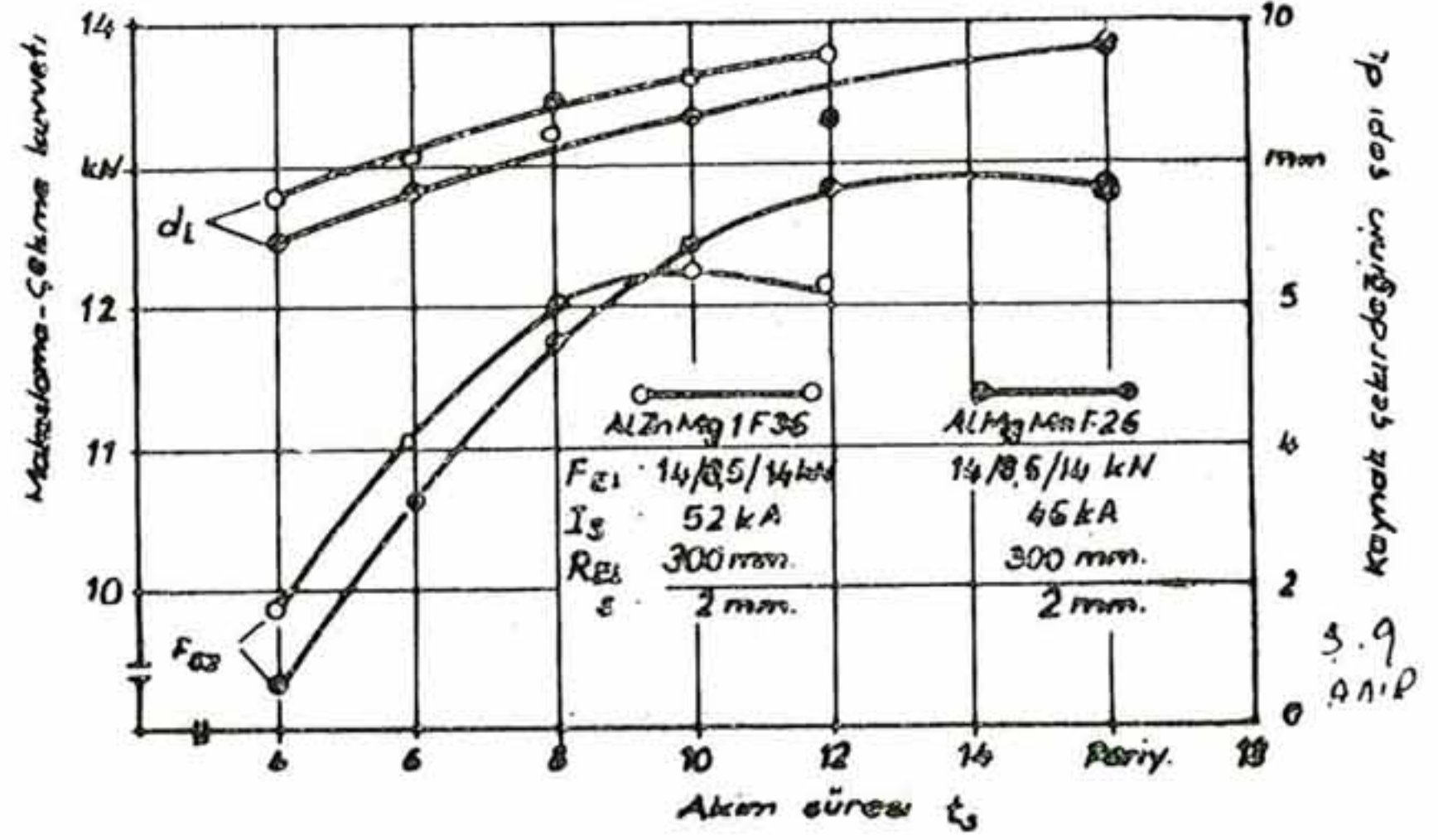
Şekil 8 — Yüzeyi kimyasal olarak dağlanmış ve fırçalanmış numunelerde, elektrot kuvvetinin farklı akım şiddeti değerlerindeki, bağlantının makaslama-çekme mukavemetine etkisi.

kuvvetinin büyüklüğü, kaynak yapılacak malzemenin cinsine göre tespit edilir. Yüksek mukavemetli alaşımlar (AlCuMg, AlZnMg), orta mukavemetteki alaşımlardan (AlMn, AlMgSi, saf alüminyum) daha yüksek bir elektrot kuvvetine ihtiyaç gösterirler. Gereğinden düşük elektrot kuvveti, sıçrama, gözenek ve çatlak gibi hataların kaynak çekirdeğinde oluşmasına sebebiyet verir. Çok yüksek elektrot kuvvetleri ise, elektrodun yüzeyden çok daha derinlere girmesine ve birleştirilen saclar arasında aralık kalmasına neden olur.

6.7 — Kaynak akımı ve kaynak süresi

Kaynak noktalarının büyüklüğü açısından, kaynak akımının yükseltilmesi; kaynak süresinin uzatılmasına nazaran daha büyük bir etkiye sahiptir. Bunun

sebebi de akımın Joule Kanununa göre, şiddetinin karesi ile artması ve ısının da buna göre yükselmesidir. Diğer taraftan kaynak süresinin artmasıyla de ısı iletim kayıpları büyümektedir. Alüminyumun iyi bir iletken olması dolayısıyla, yaklaşık olarak 10 periyotluk akım süresinden sonra verilen zaman, alınan ve verilen ısı arasında bir denge sağladığından, bundan sonra kaynak süresinin uzatılması, kaynak noktasının büyüklüğünü değiştirmez. Artan kaynak akımı ile birlikte nokta büyüklüğü ve nokta mukavemeti de artar; bu hal sıçramanın başladığı sınıra kadar devam eder. Kaynak akımı ve kaynak süresinin daha da arttırılması, alaşım tipine göre mukavemeti biraz daha yükseltebilir ya da boşluk teşekkülü dolayısıyla yeniden düşebilir. Bu da elektrot aşınmasını hızlandıran bir faktördür (Şekil 9). Uzun kaynak süreleri, kısa kaynak sürelerine nazaran, sıçrama meydana gelmeden daha büyük nokta çekirdekleri elde edilmesine sağlar. Kaynak noktasının kalitesi açısından, yüksek akım değerleri ve kısa kaynak süreleri ile çalışmak, daha düşük akım değerleri ve uzun kaynak süresi ile çalışmaktan çok daha avantajlıdır.

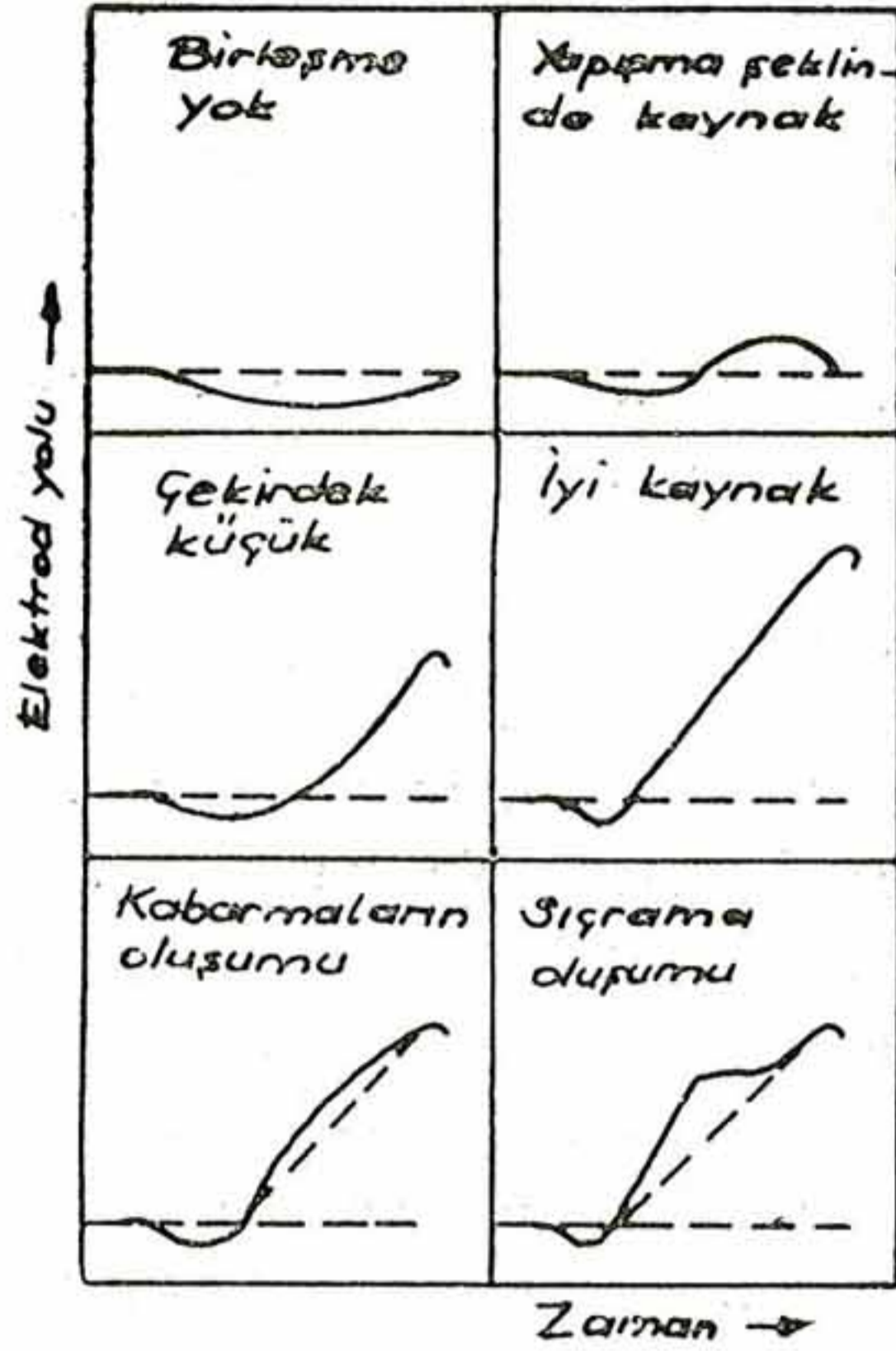


Şekil 9 — Akım süresinin kaynak çekirdeği çapı ve bağlantının makaslama-çekme mukavemetine etkisi.

6.8 — İşlemin kontrolü

İşlem parametrelerini ölçmek suretiyle işlemin kontrolü, alüminyumun kaynağında, çeliğin kaynağına nazaran daha sınırlıdır. Hatalı kaynak çekirdeklerinin

tespiti açısından, aşırı tavllanmış veya sıçramalar oluşmuş noktalar gibi, elektrodun hareketi (yolu) - zaman diyagramları açık fikirler verebilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10 — Nokta oluşumu ve elektrot hareketi (yolu) arasındaki bağıntı.

7 — ALÜMİNYUM NOKTA KAYNAĞI BAĞLANTILARININ DİZAYNI VE MUKAVEMET ÖZELLİKLERİ

7.1 — Dizayn

Alüminyumun esaslı malzemenin yüksek elektrik iletme kabiliyeti dolayısıyla, bunların nokta kaynağında, komşu noktaların birbirlerine etkileri (kısa devre gibi), çeliğin nokta kaynağına nazaran daha fazladır. Noktalar ve nokta sıraları arasının minimum mesafenin altına düşülmesinde, kaynak noktalarında hissedilebilir bir mukavemet azalmasında beraberinde getirir (Tablo 9). Özellikle minimum kenar mesafesinin altında çalışmak, sıvı metalin fışkırmasını arttırır.

Aynı kalınlıktaki iki sacın üst üste konularak (tek aralıklı), kaynak yapılmasından oluşan bağlantılar, kaynak işlemi için en uygun dizayn şeklidir. Farklı sac kalınlıklarında kalınlık 3:1 oranını geçmemelidir. Kaynak dataları ince saca göre tespit edildiğinden bu sınırlama zorunludur. Üç sacın üst üste konulmasından oluşan iki aralıklı bağlantılarda, en

iyi kaynak şartları, en kalın sac ortaya getirildiği ve bunun üstündeki ve altındaki saclar aynı kalınlığa sahip olduğu zaman sağlanır. Üçten fazla sac bağlantıları, aynı anda kaynak edilmemelidir. Bunlarda kaynak işlemi iki yönlü olarak, yani karşılıklı elektrotlarla sürdürülmelidir.

Kaynak yapılacak parçanın formu sekonder pencerenin büyüklüğünü ve elektrot formunu belirler. Bu bakımdan nokta kaynağı yapılan konstrüksiyonlarda, akım kaynak yerine mümkün mertebe en kısa yoldan gitmesi sağlanmalı ve köşeli veya hasarlı elektrotlar kullanılmamalıdır. Sacların pozisyonu elektrot eksenine göre tam dik olmalıdır. Saclar kaynak yerinde aralıksız üst üste binmelidir. Aralıklı saclar, yüksek bir elektrot kuvvetine ihtiyaç gösterir. Nokta kaynağı bağlantıları ilk aşamada yalnız makaslama kuvveti taşıyacakmış gibi düşünülerek dizayn edilir. Kafadan çekme kuvveti, makaslama kuvvetinin 1/3'ü alınır.

7.2 — Statik mukavemet

Nokta kaynağı bağlantılarının makaslama - çekme mukavemeti DIN 50124

t mm	e mm	k mm	r mm	ü mm
0,5	10,0	5,0	7,0	5,0
0,8	13,0	6,5	9,0	6,5
1,0	14,0	7,0	10,0	7,0
1,2	16,0	8,0	11,0	8,0
1,5	18,0	9,0	12,0	9,0
1,8	20,0	10,0	14,0	10,0
2,0	22,0	11,0	15,0	11,0
2,5	24,0	12,0	17,0	12,0
3,0	27,0	13,5	19,0	13,5
3,5	30,0	15,0	21,0	15,0

Tablo 9 — Alüminyum malzemenin nokta kaynağında noktaların konumu ile ilgili datalar.

de belirlenmiştir. Buna göre yapılan deneylerde sac çekme zorlamasına ve kaynak noktası da makaslama zorlamasına maruz kalır. Alüminyumun nokta kaynağında makaslama mukavemeti, esas malzemenin (sacın) mukavemeti ile artmaktadır (Tablo 10). Bu bakımdan, soğuk

Tablo 10 — Nokta kaynağı yapılmış makaslama - çekme deneyi parçalarında (DIN 50124'e göre) minimum makaslama çekme kuvvetleri.

Sac kalınlığı (mm)	Çekirdek çapı (mm)	Malzemenin mukavemetine (N/mm ²) bağlı olarak min. makaslama kopma yükü (KN)					
		100-130	140-170	180-210	220-240	250-280	300-360
0,8	4,5	0,5	0,65	0,85	1,0	1,2	1,4
1,0	5,0	0,65	0,95	1,2	1,5	1,7	2,0
1,2	5,5	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,7
1,5	6,0	1,2	1,7	2,0	2,6	3,0	3,6
1,8	6,5	1,4	2,0	2,5	3,1	3,5	4,3
2,0	7,0	1,6	2,3	3,0	3,6	4,1	5,0
2,5	7,5	1,9	2,6	3,4	4,1	4,7	5,7
3,0	8,0	2,1	3,0	3,8	4,7	5,3	6,5
3,5	8,5	2,4	3,4	4,3	5,4	6,1	7,3
4,0	9,0	2,7	3,8	4,9	6,0	6,8	8,2

şekil değiştirerek sertleşen ve çökme sertleşmesi işlemi uygulanabilen alaşımlarda, yumuşayan ısının tesiri altındaki esas malzeme bölgeleri dikkate alınmalıdır. Nokta kaynağı yapılan sacların boyutlandırılmasında, Tablo 10'a göre yarı değer altına düşen değerler kabul edilmemelidir.

1 ilâ 2 mm kalınlığındaki alüminyum sacların tek sıralı nokta kaynağında, noktalar arası minimum mesafeyi de göz önünde tutarak, esas malzemenin bileşim ve durumuna bağlı kalmak şartıyla sac mukavemetinin % 50 ilâ 80 değerine, iki sıralı kaynaklarda da % 70 ilâ 90 değerine erişilir. Bu yüzdeler açısından en yüksek değerleri saf alüminyum ve Al Mg Si alaşımları, en düşük değerleri ise Al Mg, Al Zn Mg ve Al Cu Mg alaşımları verir.

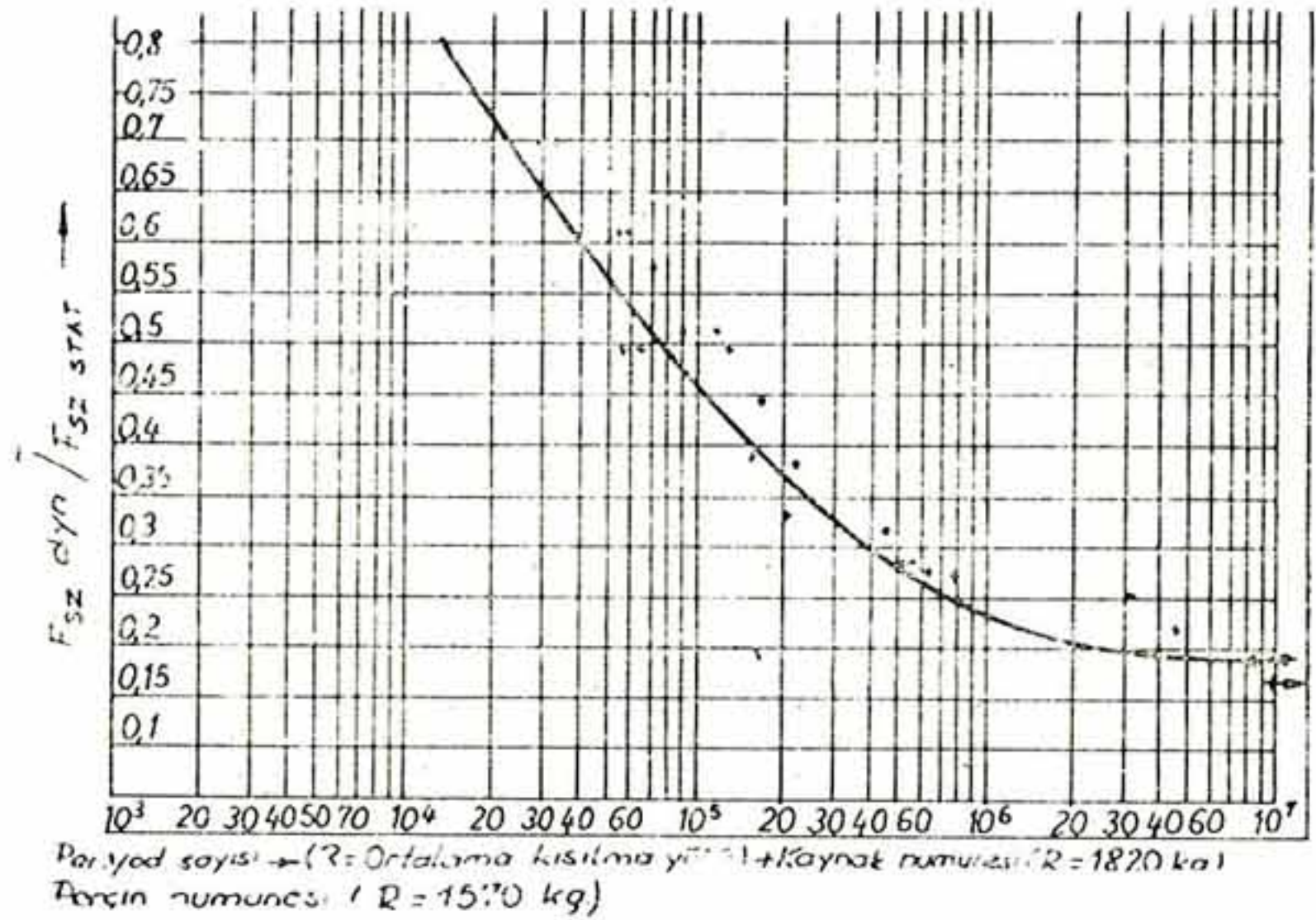
7.3 — Dinamik mukavemet

Kaynak noktasındaki gerilme konsantrasyonu dolayısıyla, taşıyabileceği üst gerilme değeri, statik mukavemete nazaran yük değişim sayısı arttıkça düşer (Şekil 11). Yapılan araştırmalar, dinamik mukavemet bakımından, nokta kaynağı ve perçin bağlantılarının yaklaşık aynı değerleri verdiğini göstermiştir.

7.4 — Korozyon

Nokta kaynağı bağlantıları, korozyo-

na karşı dayanıklılık bakımından, esas malzeme ile aynı veya benzer bir dayanıklılık gösterir.



Şekil 11 — Nokta kaynağı yapılmış ve perçinlenmiş alüminyum birleştirmelerinde dinamik max. kuvvetin statik makaslama - çekme mukavemetine oranının yük değişim sayısına bağlı olarak değişimi.

L İ T E R A T Ü R

- (1) Hoch, F.R.: Verfahren und Bedingungen für das Fügen von Aluminium - Karosserieblech - legierungen. Aluminium 54 (1978), H. 12.
- (2) Rönnhult, T., Rilby, U. und Oiefjord, H.: The surface state and weldability of aluminium alloys. Material science and engineering 1980, Nr. 42.
- (3) N.N.: Widerstandsschweißen von Aluminium. Merkblatt V3 der Aluminium - Zentrale Düsseldorf - 5. Auflage.

- (4) Eichhorn, F. und Singh, S.: Untersuchungen zum Widerstandspunktschweißen von Aluminiumwerkstoffen verschiedener Blechdicken. *Bleche, Baender, Rohre* 18 (1977), H. 12.
- (5) N.N.: Aluminium - Taschenbuch. Aluminium - Verlag GmbH, Düsseldorf 1963.
- (6) Mitschell, J.W., Diltay, W. und Rogala, E.A.: Spot welding of aluminium for commercial fabrication. AWS Annual Conference, Philadelphia, April 1977.
- (7) Eichhorn, F. und Singh, S.: Oberflächenbehandlung von Fügeteilen aus Aluminiumwerkstoffen als Vorbereitung für das Widerstandspunktschweißen. *Baender, Bleche, Rohre* 18 (1977), H. 11.
- (8) Eichhorn, F. und Singh, S.: Neuere Untersuchungsergebnisse über das Widerstandspunktschweißen von 2 mm dicken Blechen aus gebräuchlichen Aluminiumwerkstoffen mit einer Einphasen-Maschine unter Berücksichtigung der oberflächenbehandlung: DVS - Bericht 35 «Widerstandsschweißen VII» Deutscher Verlag für Schweißtechnik, Düsseldorf 1975.
- (9) Rivett, R.M.: Spot Welding electrode life tests on aluminium sheet - effect of welding design and material (solid electrodes): Welding Institute International Report, November 1978.
- (10) Knobloch, J.F.: Widerstandsschweißen großflächiger Werkstücke mittels Gleichrichter schweißmaschinen. *Werkstatt und Betrieb* 112 (1979), H. 2.
- (11) Dorn, L.: Netzanschlussfragen beim Widerstandsschweißen. *Industrieanzeiger*, 1974, Nr 74 - 1975, Nr 1 und 20.
- (12) Roest, C.A., und Rager, D.D.: Resistance Welding Parameter. Profile for Spot Welding Aluminium. *The Welding Journal* 53 (1974), H. 12.
- (13) Eichhorn, F.; Kunsmann, A. und Langhardt, W.: Widerstandspunktschweißen mit Gleich- und 50 Hz - Wechselstrom. *Blech, Rohre, Profile* 18 (1971), H. 3.
- (14) Denis, J., Morland, J.P. und Dzalba - Lyndis, S.: Le Soudagepar resistance sous Courant a' Faible Faux d'Ondulation. *Soudage et Techniques Connexes* 27 (1973), H. 11/12.
- (15) N.N.: Wie Sie Flugzeuge Schweißen. Firmendruckschrift de Sciaky, Vitry, Seine.
- (16) Singh, S.: Beitrag zur verbesserung und sicherung des Trag verhaltens von widerstandspunktschweißverbindungen von Aluminium und Stahlwerkstoffen durch techrologische Massnahmen und Entwicklung einer Regeleinheit. Dissertation an der RWTH Aochen, 1977.
- (17) Ostgaard, E.: Spot welding aluminium as delivered *Metal Construction* 12 (1980), H. 2.
- (18) Kehoe, J.W. und Mecutchean, D.R.: Spotwelding of Aluminium with Single Phase Equipment. *The Welding Journal* 33 (1954), H. 10.
- (19) Harris, J.F.: Spot Welding of Aluminium with Single Phase Equipment. *The Welding Journal* 33 (1954), H. 11.
- (20) Krause, H.J.: Einfluss variierter Elektrodenkraefte auf die Eizenschaften von Aluminiumwerkstoffen. *Aluminium* 52 (1976), H. 4.
- (21) Otto, E.A.: Die Vorteile des Strom- und Druckprogramms beim Schweißen von Al - Legierungen. *Blech* 5 (1958), Nr 6.
- (22) Rivett, R.M. und Westgate, S.A.: Resistance Welding of Aluminium alloys in mass produktion. *Metal Construction* 12 (1930), H. 10.
- (23) Westgate, S.A.: Joinin Aluminium alloy sheet a literature survey, Part 1 Resistance Welding. *Welding Institute Confidential Report* 84 (1979).
- (24) Dilay, W., Rogala, E.A. und Zulinski E.J.: Resistance Welding of aluminium for automative production. *Society of Automotive Engineers*, Paper 770305 (1978).
- (25) Bartell, B.F.: Automotive sheet Metal conversation from sheel to Aluminium. *Society of Automative Engineers Paper* 760057 (1976).
- (26) Hoch, F.R.: Joining of aluminium alloys 6009/6010 *society of Automotive Engineers*, Paper 780396 (1978).
- (27) Tassewa, S.: Molibdaen - Kupfer - Psendo legierung zum Widerstandspunktschweißen von Aluminium *ZIS - Mitteilungen* 5 (1969), H. 2.
- (28) N.N.: Widerstandsschweißen von Aluminium und dessen Legierungen im Schienenfahrzeugbau. DVS - Merkblatt 1604 (Oktober 1968) des DVS. Düsseldorf.
- (29) Matting, A.: Das Schweißen der Leichtmetalle und seine Rondgebiete. *Deutscher Verlag für Schweißtechnik* 1959.
- (30) Fritzsche, W. und Deubel, G.: Punktschweißen von NE - Metallen und legierten Staehle - Teil 1: Aluminium und Aluminium - Legierungen. *Schweißtechnik* 13 (1963), H. 4.
- (31) Buray, Z. und Buray - Mihaloi, E.: Das Verhalten von punktgeschweißten Verbindungen verschiedener Aluminiumlegierungen bei statischer und dynamischer Belastung. *ZIS - Mitteilungen* 1967, H. 9.

Teknolojinin Gemi Dizayn ve İnşaatına Uygulanışı

Barbaros OKAN (*)

ÖZET

Geçtiğimiz son on yıl içerisinde gemi inşaa sanayii ve işletmeciliği gemilerin dizayn, inşa ve işletilme biçimleri üzerinde çok köklü değişikliklere neden olan yeni teknolojilere tanık oldu. Bu makale bir endüstriyel araştırma ve geliştirme kurumunun bu yeni teknolojilerin oluşturulması, geliştirilmesi ve uyarlanması konusundaki deneyimlerini aktarmaktadır. Özellikle kompüter yardımı ile dizayn sistemi ve mikro kompüterlerin kullanımı konuları üzerinde durulmaktadır. Sonuçta bu tür teknolojik araştırma ve geliştirmelerin başarılı olabilmesi için endüstri ile çok sağlıklı bilgi alışverişinin gerekliliğine dikkat çekilmiştir.

GİRİŞ

Sürekli değişmekte olan teknolojik ortam içinde endüstriyel araştırma kurumları bir kaç fonksiyonu aynı anda ve yeterli düzeyde gerçekleştirmek zorundadır. Bu fonksiyonlar kısa ve orta vadeli problemlerin çözümü için teknikler geliştirmek, mevcut yöntemleri endüstride direkt kullanılabilir hale getirmek üzere yardımcı notlar hazırlamak ve kompüterle dizayn/imalat (CAD/CAM) sistemlerinin gereksinmelere cevap verecek düzeye getirilmesi için çalışmalar yürütmek gibi oldukça geniş bir spektrum oluşturur. Bu fonksiyonları yerine getirebilmek için de yenilikleri günü gününe izlemeli, bu yeniliklerden uygun olanlarını sanayinin temel anlayışını sormaksızın pratiğe aktarmalıdır.

British Ship Rescorch Association (BSRA) gemi dizaynı ve işletmeciliği ala-

nında, yukarıda sözü edilen araştırmaları yürütmektedir. Bu makalede CAD konusunda BSRA'da gerçekleştirilmiş olan çalışmalar özetlenmektedir.

Kompüter teknolojisi ile birlikte analitik ve yarı analitik hesap yöntemlerindeki hızlı gelişmeler sayesinde geleneksel dizayn kadrosu ile çok daha gelişmiş dizayn tekniklerini rutin olarak uygulayabilmek olanaklı hale gelmiştir. Oysa çok yakın bir tarihte Gude'nin [1] de belirttiği gibi CAD/CAM sistemlerinin aynı ölçüde geliştiği söylenemez. Bu noktadan hareketle BSRA, üretimde kullanılmakta olan CAM sistemi BRITSHIPS [2] ile doğrudan bağlanabilen bir entegre dizayn sisteminin kurulmasını planladı. BRITDES sisteminin temel felsefesi dizaynere belirli bir hiyerarşi içerisinde enteraktif olarak daha gelişmiş ve hassas gemi dizayn olanağını sağlamaktı. Bir sonraki bölümde bu sistemin açıklanmasına yer verilecektir.

Gemi formunun matematiksel tanımının gemi dizayn ve imalatında çok önemli yeri olduğu göz önüne alınarak BSRA'nın bu konudaki olanakları ayrı bir bölüm halinde verilmiştir.

Diğer önemli bir konu da mikro kompüterler olduğu için bir bölüm de bu konunun değerlendirilmesine ayrılmıştır. Bu bölümde ICL PERQ kompüterleri örnek olarak seçilmiş ve bu konuda BSRA'da edinilen deneyimler anlatılmıştır.

2 — BRITDES - ENTEGRE GEMİ DİZAYN SİSTEMİ

60 lı yılların sonu ile 70 li yılların başında gemi inşaa sanayi bir takım CAD/CAM sistemlerinin gelişmelerine tanık ol-

(*) B.S.R.A., İngiltere.

du. BRITSHIPS [3], AUTOCON [4], STEERBEER [5] ve SICEN [6] gibi programların tümü bu çerçevede içerisinde geliştirilmiş olan değişik kapasitedeki örneklerdir. Bu sistemlerin hemen hepsinde ön plana geçen çizim, hidrostatik analiz ve konstrüksiyon detaylandırması oluyordu. Bu nedenle esas dizayn işleminin önemli fazlası, hidrodinamik analiz gibi, CAD sisteminin tümüyle dışında kalıyordu. Son yıllarda bilgisayarlardaki interaktif hesap ve grafik olanaklarındaki gelişmeler dizayn sistemlerindeki temel felsefeyi yeniden gözden geçirmeyi gerekli kılıyor ve BRITSHIPS sistemi geliştirilerek BSRA'nın entegre gemi dizayn sistemi BRITDES oluşturuluyordu.

BRITDES sisteminin geliştirilmesi sırasında temel felsefeyi belirleyen şu prensip kararları alınmıştır.

- Gerek mevcut gerekse planlanan modüllerin herbiri değişik yapısal karmaşıklıklar içerdiğinden dizayn hiyerarşisi içerisinde farklı seviyelerde olmalıdır.
- BRITDES sistemi modüllerden oluşmalıdır. Modüller olabildiğince interaktif olmalı ve bilgisayar grafiğine azami olarak tanınarak dizaynerin karar şansını artırmalı.
- Modüller arasındaki ortak data bankası uygulamanın kolaylığı açısından geminin geometrisini kapsamalı.
- Karar tümüyle dizaynere bırakılmalı, sistem ancak karara alternatifler önererek, teknik ve ekonomik olarak kabul edilebilirlik sınırlarını çizerek yardımcı olmalıdır.

Hiyerarşik dizayn stratejisi gemi dizaynı işleminin dikkatli bir değerlendirilmesinden kaynaklanmaktadır. Yeni bir dizayna başlanırken ilk ele alınan nokta temel dizayn parametrelerinin teknik ve ekonomik açıdan en uygun değerlerini belirlemektir. Bu işlem genel olarak kav-

ramsal dizayn (Concept design) olarak bilinir.

Bir dizayner ilk hareket noktasını oluşturan temel parametreleri belirledikten sonra ilk gemi formunu belirlemeye geçer. Bu işlem için elindeki olanaklar standart seri formları veya örnek gemi formlarıdır. İlk gemi formunun belirlenmesi ile birlikte bu formun hidrodinamik, konstrüksiyon ve ekonomik performansının değerlendirilmesine geçilir. Bu düzeyde ilk seçilen form bir takım değişikliklere uğrar. Bu değişiklikler dizayneri tatmin edecek bir forma ulaşılmasına dek sürer. Bu etap öndizayn olarak adlandırılır. Bu etabın sonunda daha kesin bir form, geometrik özellikleri, ana konstrüksiyon elemanları ve imalat maliyeti ile belirlenmiştir.

Bundan sonraki etap, her zaman uygulanmayan veya gerekli görülmeyen ve ulaşılan form üzerinde çok daha hassas ve detaylı hesapları kapsayan son rötuşlardan oluşur. Bu etapdaki hesaplar daha ziyade akademik düzeyde olduğu için ileri dizayn adını alır ve pahalıya mal olduğu için ancak seri imal edilmesi düşünülen tiplere uygulanmasında yarar olabilir.

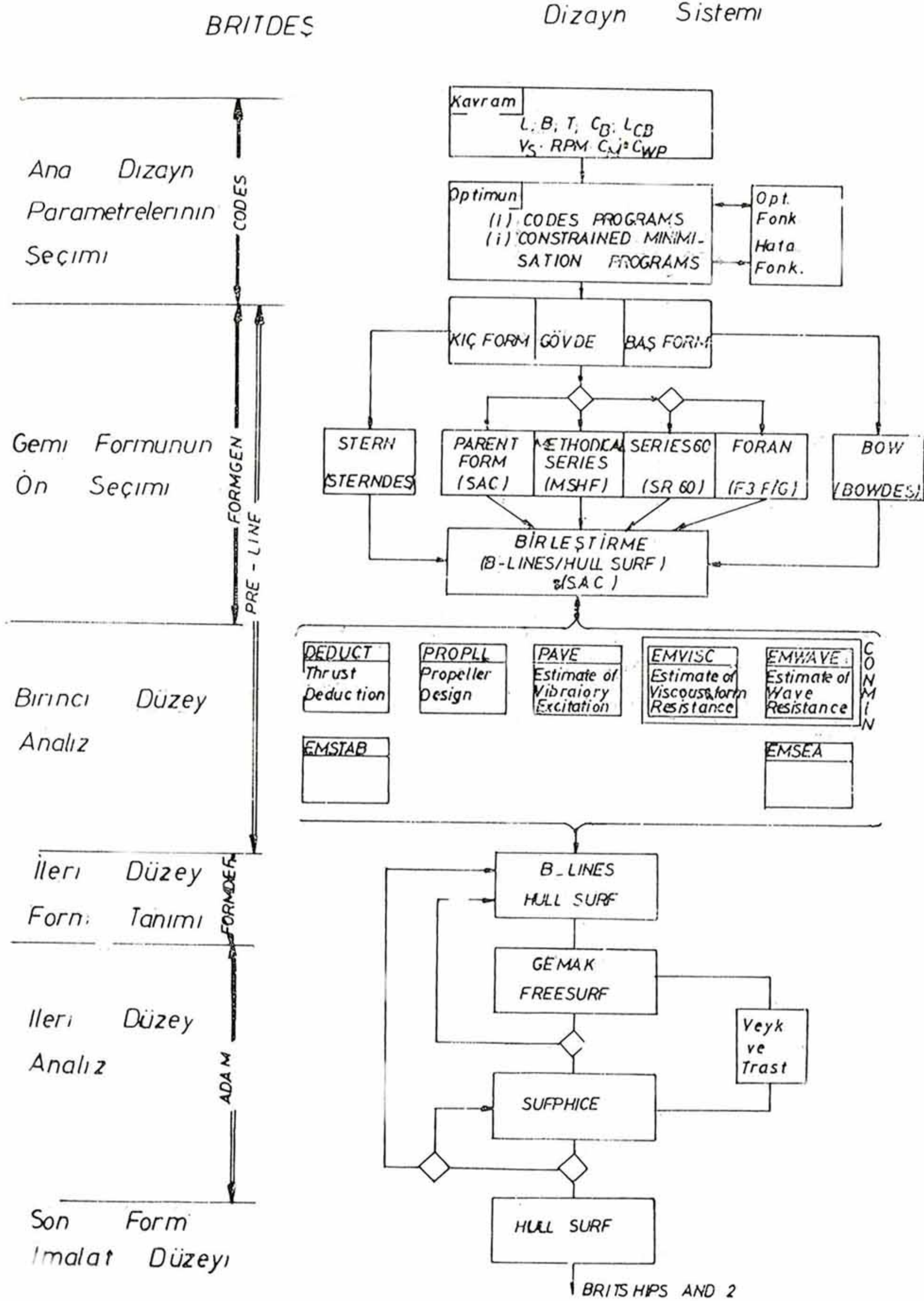
Bu etaplar arasındaki belirleyici fark başlangıçta dizaynerin elindeki bilginin miktarı ve düzeyi ve de uygulanan hassasiyettir. Diğer bir deyişle her etapta aynı tür hesaplar tekrarlanmakta ancak giderek artan bir hassasiyet sağlanmaktadır.

BRITDES sisteminin blok diyagramı (Şekil 1)'de gösterilmiştir. Sistem esas olarak kendi içinde bir bütün oluşturan üç ayrı bloktan oluşmaktadır. Her bir blok bir üst bloğa giderek daha iyi belirlenen bir formun aktarılması ile sağlanmaktadır.

İlk blok CODES ve FORMGEN modüllerinden oluşan kavramsal (Concept) dizayn bloğudur. CODES temel parametrelerin teknik ve ekonomik koşullara en uygun olarak belirlenmesi için uygulanan

nonlinear bir optimizasyon programıdır. Özet olarak işlem ana boyutların veya bunların oranlarının ya da yük kapasitesinin verilmesi ile başlar. Daha sonra güç, kargo kapasitesi, ağırlıklar ve diğer dizayn parametrelerinin belirlenmesi için

teknik hesaplar yapılır. Nihayet ton olarak imalat ve çalıştırma maliyetleri hesaplanarak aralarından en uygun ekonomik özelliği veren parametreler belirlenir. CODES modülünün grafik gösterilimi (Şekil 2)'de verilmiştir.



Şekil 1.

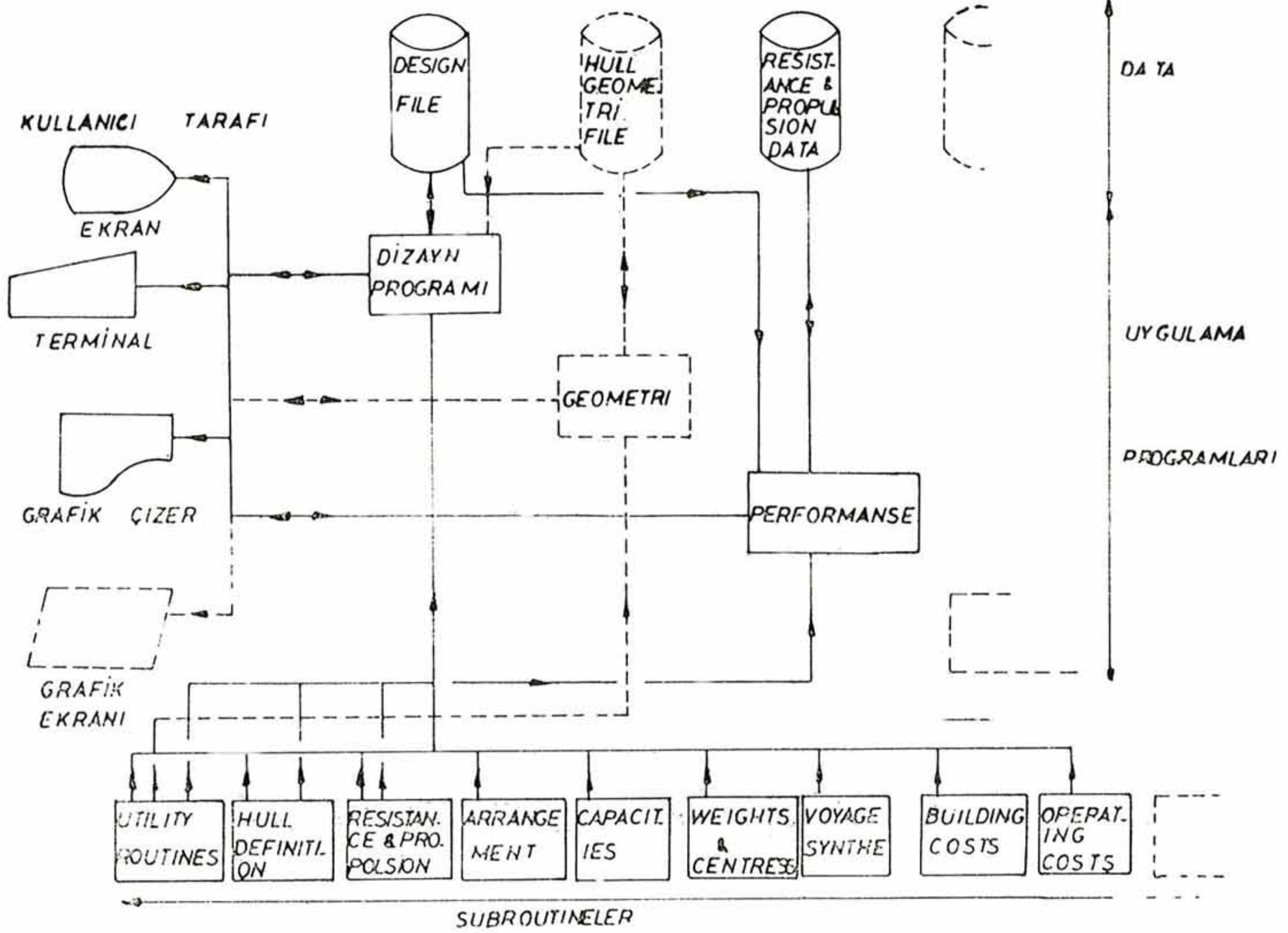
Kavramsal (Conceptual) dizaynda optimizasyon iki biçimde yürütülebilir.

- Ana parametreleri değiştirerek duyarlılık analizi yapmak
- Kısıtlı nonlinear optimizasyon uygulamak

İlk alternatifin üstünlüğü dizaynerin her

narak ön makina seçimine olanak tanımaktadır.

CODES modülünün sağladığı ön parametreler FORMGEN modülüne aktarılır. FORMGEN modülünün amacı başlangıç gemi formunu belirlemektir. Gemi formunun belirlenmesinde dört alternatif olanak vardır.



Şekil 2.

iterasyonda sonuçları değerlendirme şansına sahip olması nedeniyle kullanıcıya daha fazla müdahale olanağının tanınmasındadır. Ancak bu yoldan optimuma ulaşma olasılığı kesin değildir.

Genelde teknik ve ekonomik parametreler dizayner tarafından verilmezse sistem kendisi doğrudan doğruya tahmini değerlerini oluşturur. Olanaklı olduğu sürece çeşitli hesap yöntemlerinin seçimi dizaynere bırakılmaktadır. Örneğin çelik ağırlığının hesaplanması için çeşitli hesap yöntemleri mevcuttur ve dizayner kendi amacına en uygun yöntemi seçmek zorundadır. Sistem NSMB - B serisi veya başka açık su pervane datalarını kulla-

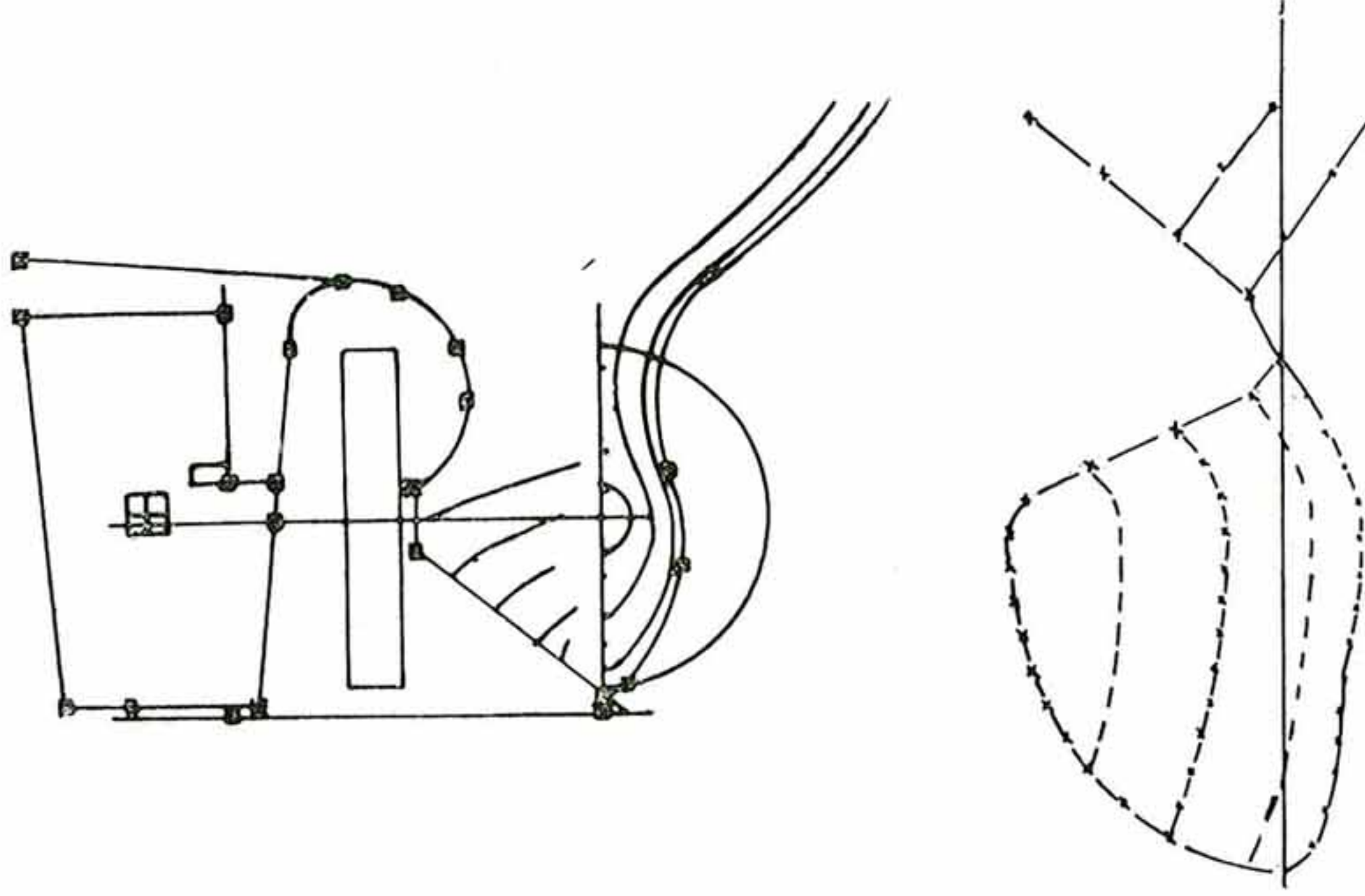
- BSRA Metodik Serileri [7]
- Seri - 60 Formları [8]
- FORAN F34 Modülü [9]
- Ana gemi formunun interaktif olarak değiştirilmesi [10]

Bu sistemlerin hepsinin 1950'lerden kaldığı göz önüne alınarak o dönemden bu yana gelişen form değişikliklerini de değerlendirmek amacı ile bu modül daha da geliştirilmiştir. 9 3/4 postadan başa doğru balb dizaynı için BOWDES, 1/2 postadan kıça da STERNDES programları kullanılmaktadır. Bu programlar dizaynı için kullanıldıkları bölgelerin hidrodinamik açıdan önemini göz önüne almaktadır. BOWDES ve STERNDES ile di-

zayn edilen baş ve kıç formları (Şekil 3) de gösterilmiştir.

Ön dizayn bloğunun temel elemanları hidrodinamik, hidrostatik, konstrüksiyon ve ekonomik değerlendirme modülleridir. Bunlardan henüz hidrodinamik ve

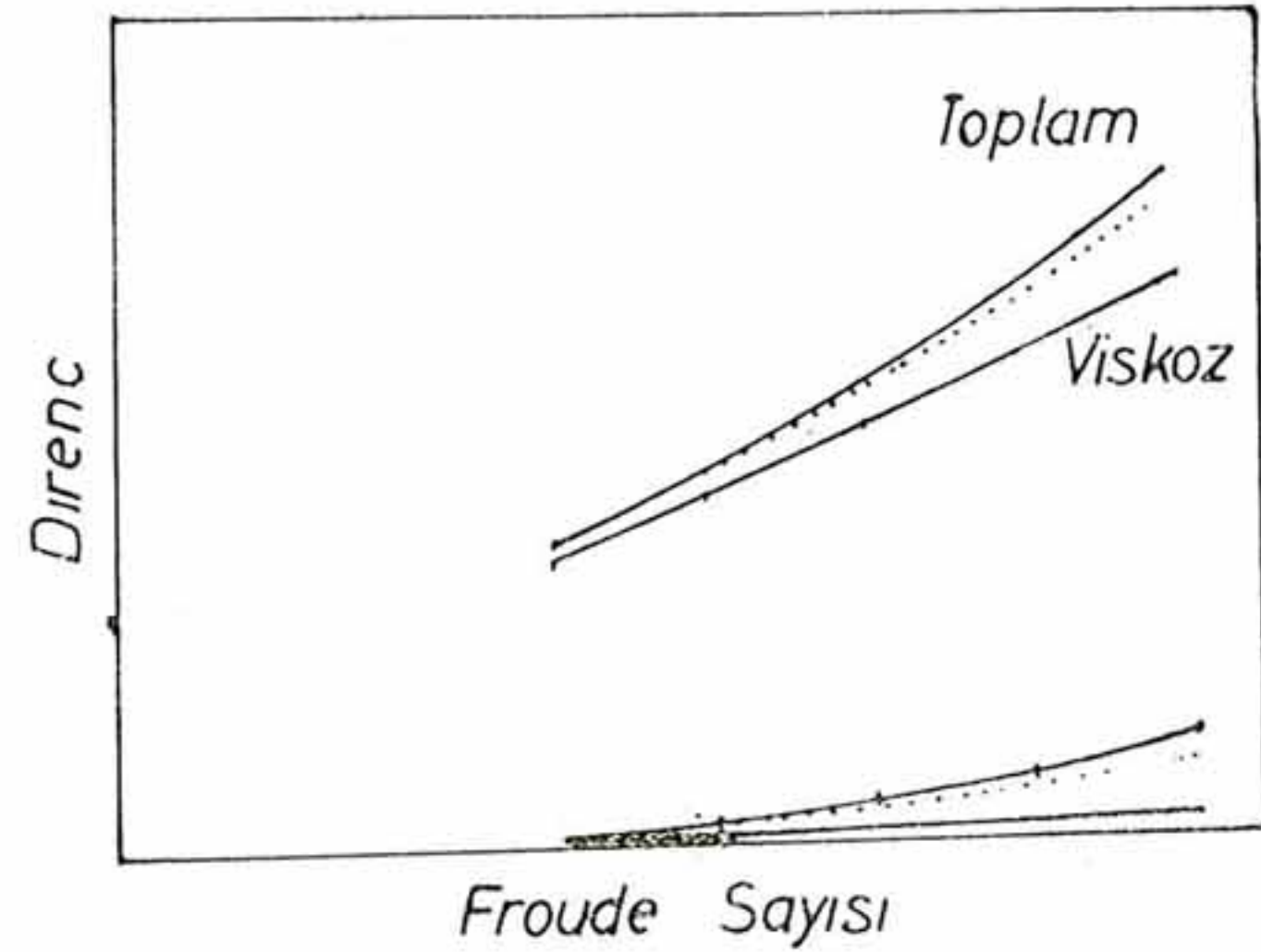
Bütün bloklarda dizaynerin interak-siyonu aynı tip yapıya sahip olduğu ve kendi içinde bütün olan modüllerden oluştuğu için dizayner istediği düzeyde iterasyon yapabilir. Ayrıca bir takım modülleri iterasyonun dışında bırakabilir.



Şekil 3.

hidrostatik modülleri tamamlanmış değerleri ise halâ geliştirilme safhasındadır. Hidrodinamik modül direnç sevk karakteristiklerini yarı amirik yöntemler yardımı ile hesaplayıp verim değerlerini belirlemektedir. Bu modülün detaylı açıklaması Odabaşı ve ekibi tarafından verilmiştir [11]. Dizayner gemi formunu interaktif olarak değiştirerek yeterli verimi sağlayabilmektedir. Diğer taraftan dizayner doğrudan optimizasyona başvurma olanağına da sahiptir. Kompüter grafiği sayesinde elde edilen sonuçlar kolayca anlaşılabilir biçimde gösterilebilmektedir (Şekil 4). Hidrodinamik hesap modülünün içinde ayrıca veyk analizi, kavitasyon kaynaklı basınç ve titreşim ve denizcilik özellikleri de değerlendirilmektedir. Bir pervane ön dizayn işlemi de bu etapta ele alınmaktadır. Hidrostatik modül ise hidrostatik hesapları, stabilite hesaplarını, yaralanma hesaplarını, tank kalibrasyonu hesaplarını yapmaktadır. İstenen bilgi anında elde edilebilmektedir. Ayrıca stabilite booklet'i ve trim diyagramları da bu etapta hazırlanmaktadır.

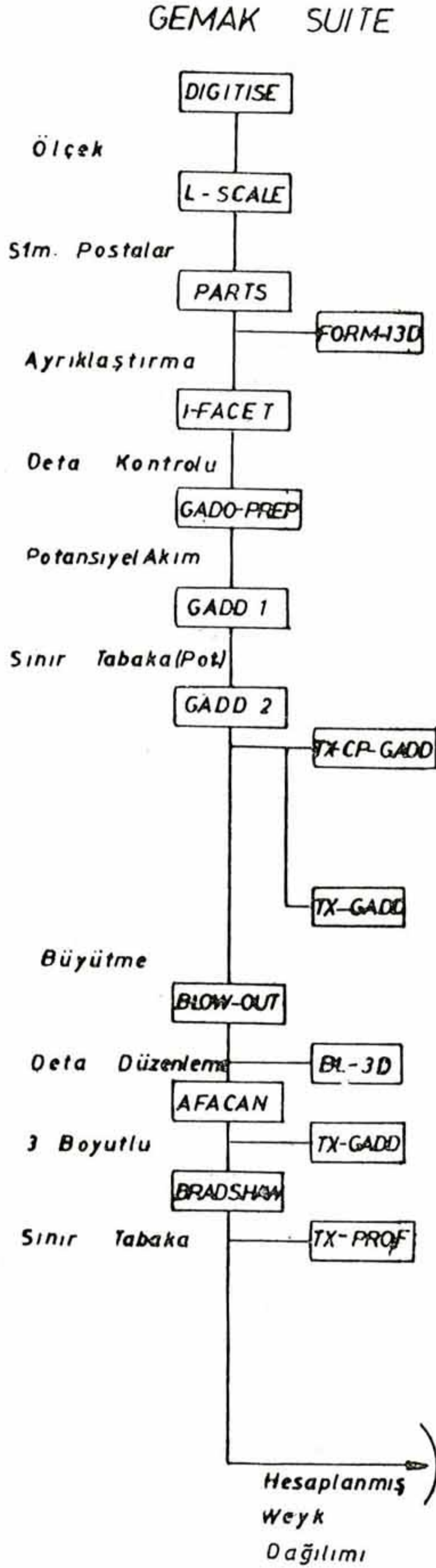
Ön dizayn etabının sonunda hemen hemen son tanımına erişmiş bir gemi formu elde edilir.



Şekil 4.

İleri dizayn blokunun amacı son değerlendirmeyi yaparak CAM sistemi BRITDET'e data hazırlamaktır. Bu blok hidrodinamik ve hidrostatik modüllerden oluşmaktadır. Hidrodinamik modül ayrıntılı sınır tabaka hesaplarını, tekne - pervane etkileşimi hesaplarını, kavitasyon hesaplarını yaparak problemleri ortaya çıkarmakta ve gerekli değişiklik-

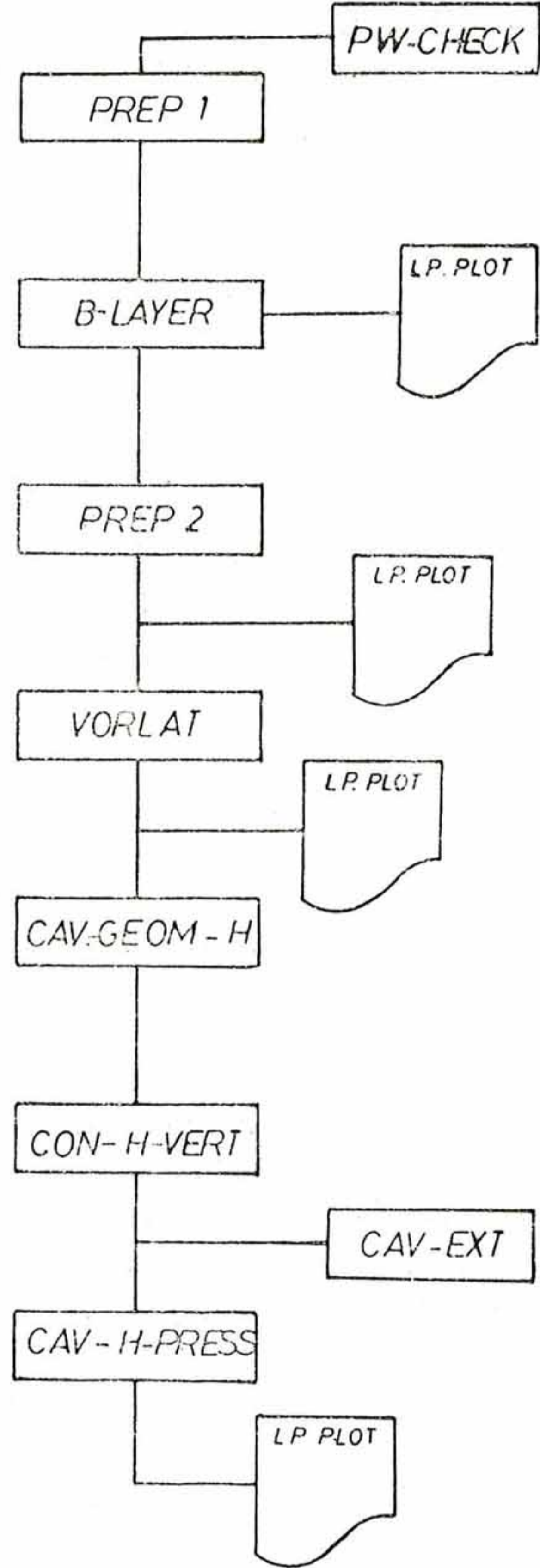
leri önermektedir. Bu modülde kullanılan teorik yöntemler [12] ve [13] nolu kaynaklarda açıklanmaktadır. Bu modülü oluşturan GEMAK ve SUFPHICE programlarının şematik yapıları (Şekil 5) ve (Şekil 6) da gösterilmektedir.



Şekil 5.

İleri dizayn safhasında hidrostatik hesaplar ön dizayn safhasında olduğu biçimde aynen tekrarlanır. Ancak bu düzeyde hesaplar daha büyük bir hassasi-

yetle yürütülür ve değişikliklere göre düzeltilir. Bütün bu sistemin imalat düzeyi dahil işleyişi şematik olarak (Şekil 7)'de verilmiştir.

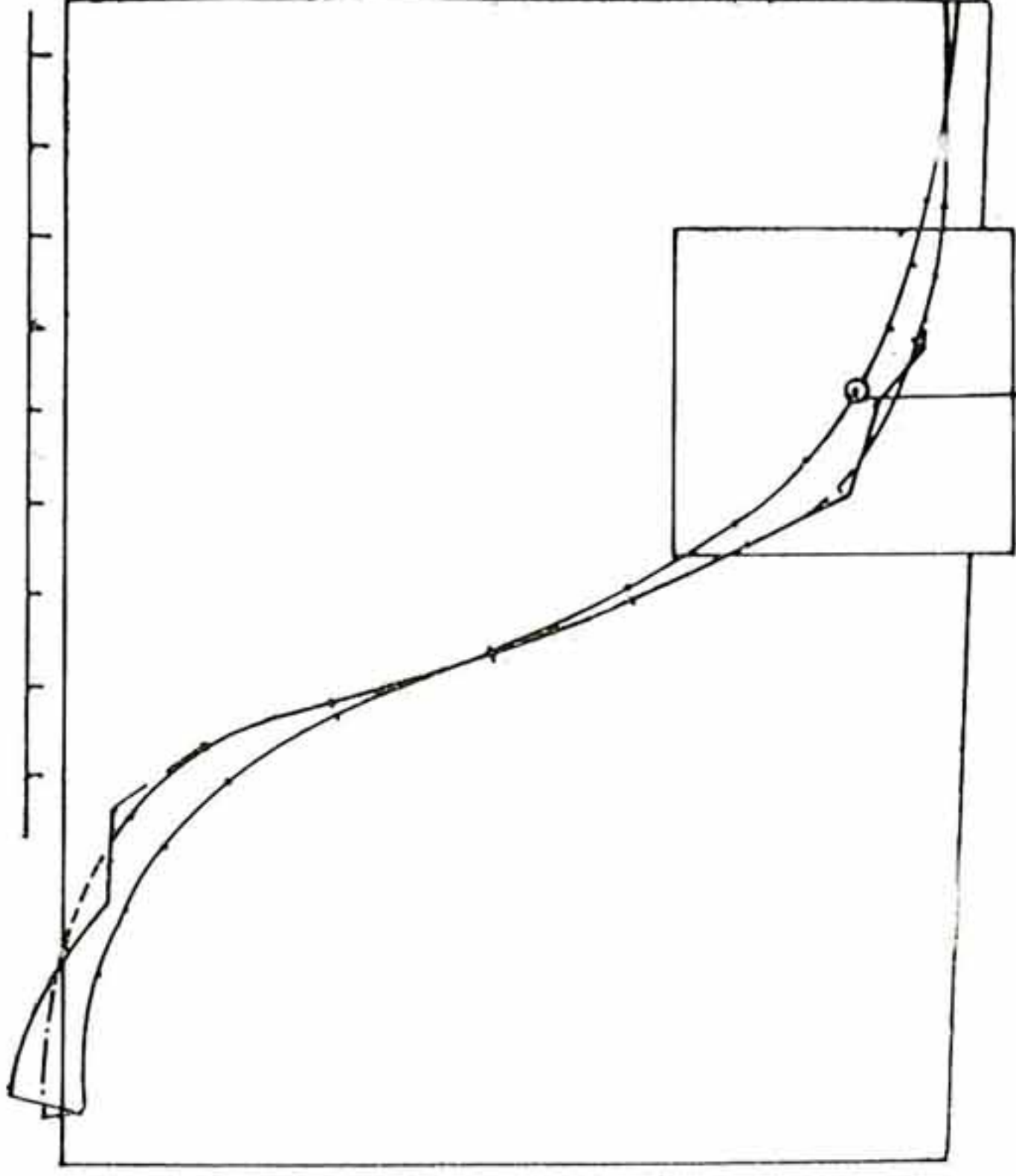


Şekil 6.

3 — GEMİ FORMUNUN ANALİTİK TANIMI

Gemi formunun dizaynı, analizi ve imalatı için en can alıcı noktalardan biri, formun doğru bir biçimde tanımlanmasıdır. Dizayn safhalarının her birinde gemi formunun değişik hassasiyet merte-

HULLSURF sistemi B - LINES sisteminden daha gelişmiş dolayısı ile daha karmaşık ve pahalı bir sistemdir. Bu sistem yine parametrik B - Splayn matematiği kullanarak yüzeyin matematik olarak ifade edilmesini sağlar. Ancak bu tanım detaylı hidrodinamik analizlerde ve ima-



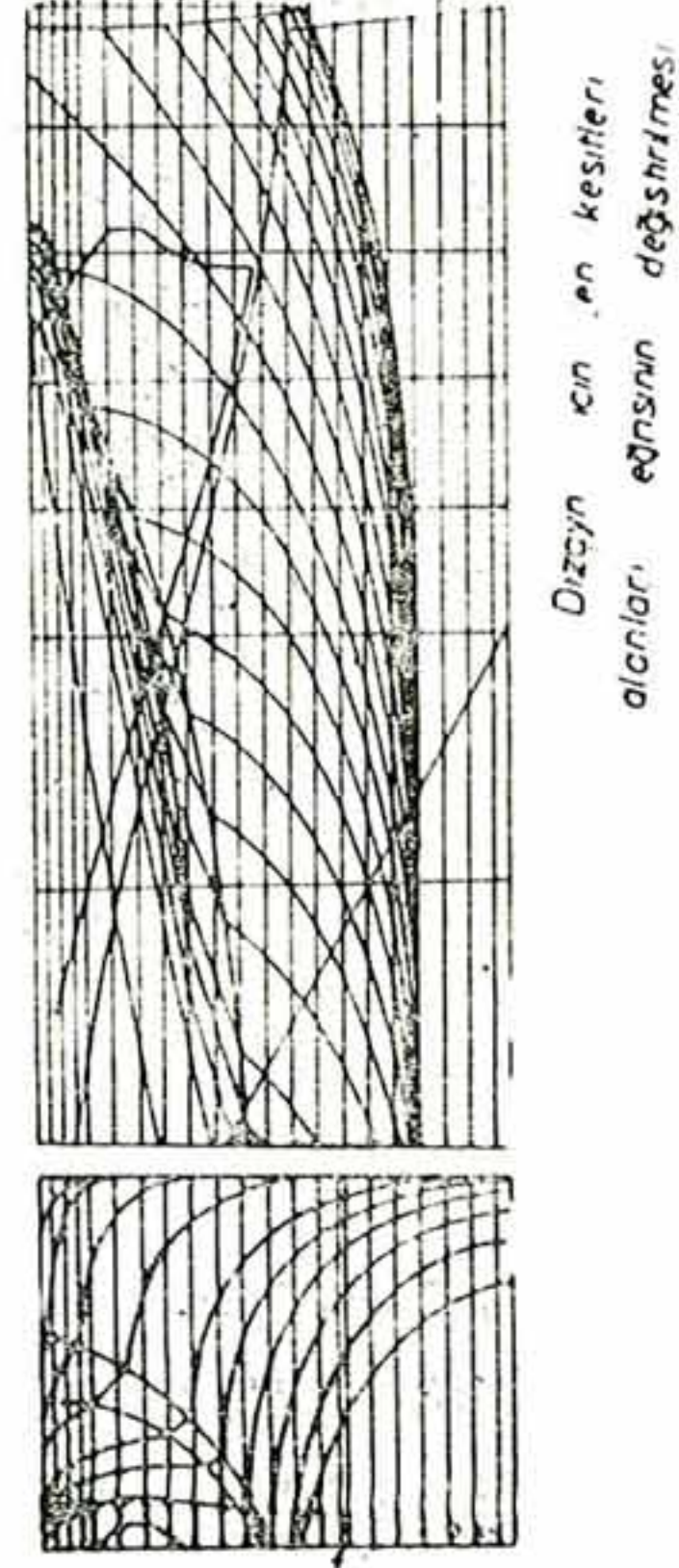
Şekil 8.

lat safhasında hemen hemen mükemmel yakın hassasiyettedir. Bu sistem yüzeyi çeşitli yüzey parçacıkları ile tanımlar parçacıkların sınırlarında teğetsel süreklilik

istenebileceği gibi süreksiz de bırakılabilirler. Ayrıca komşu iki yüzey parçacığı arası doldurulabilmekte, ya da birbiri ile kesişen iki yüzeyin kesişme bölgeleri yu-



Şekil 9.

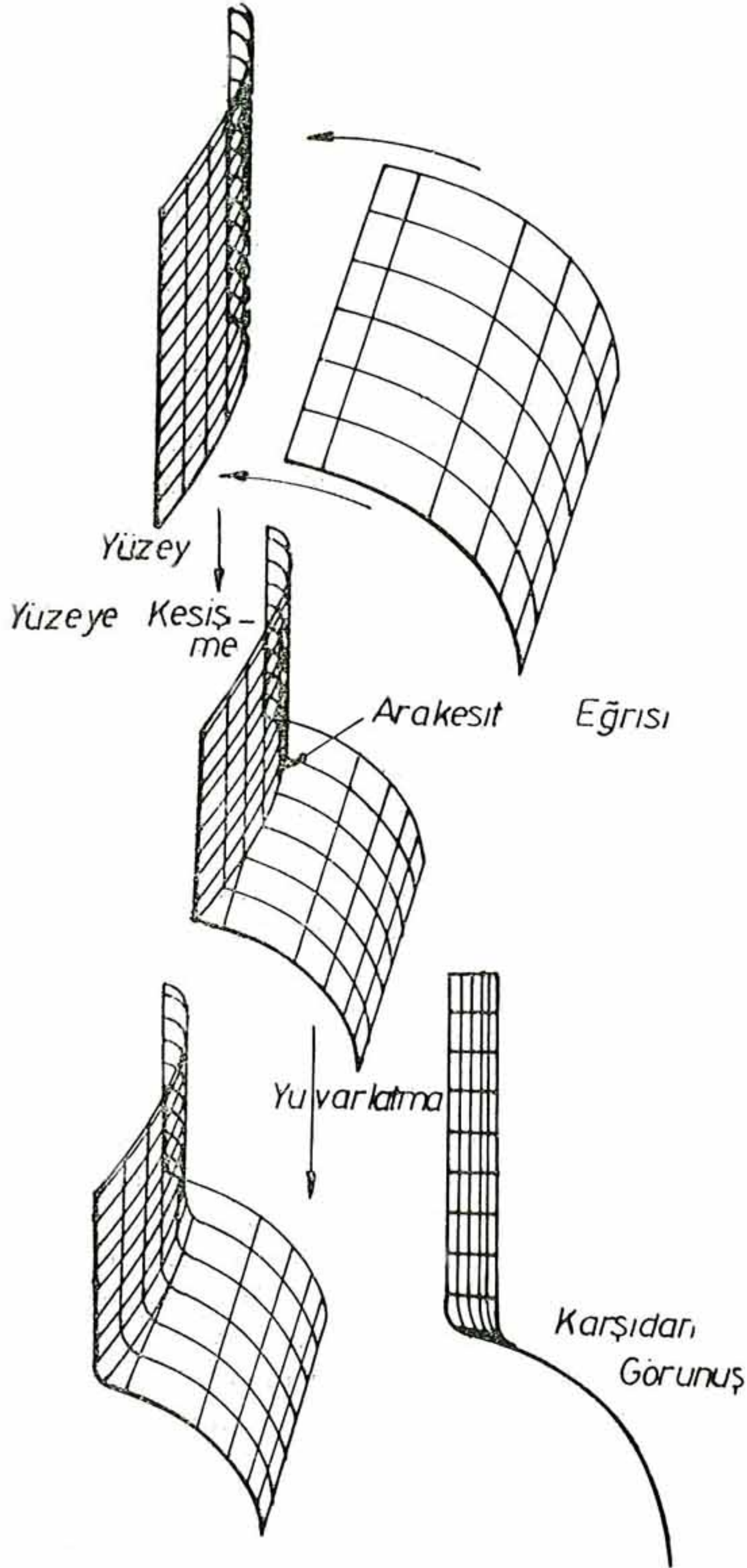


Şekil 10.

varlatılabilmektedir. İki ayrı yüzeyin kesişmesi ve arakesit eğrisinin hesaplanması olanaklıdır. (Şekil 11) bir NACA profili ile silindirin kesişmesini ve kesişme bölgesinin yuvarlatılmasını göstermektedir. Bütün yüzey parçacıkları tanımlandığında geminin ortogonal görüntülerini (En kesit, Su hatları ve betoklar) elde etmenin yanı sıra herhangi bir açıdan perspektif görünüşünü de elde etmek olanaklıdır (Şekil 12). HULLSURF sistemi herhangi bir kesitte (En kesit, Batok, Su hattı vb.) yapılan değişikliği simültane olarak diğerlerine de aktardığı için hassasiyet derecesi çok yüksektir. Bu sistem gemi yüzeyleri ile sınırlı kalmayıp her tür karmaşık yüzeyi tanımlayabilme olanağına sahiptir.

4 — DİZAYN VE ANALİZDE MİKRO KOMPÜTERLER

1970 lere dek dizayn hesapları için eldeki olanaklar büyük kompüter sistemleri ile sınırlı idi. Bu dönemin ortalarından sonra endüstri, hızlı fakat daha ucuz ancak sınırlı hafızada «mini» ve «mikro» kompüterlerin gelişmelerine tanık oldu. Kısa süre içerisinde özellikle mikro kom-



Şekil 11.

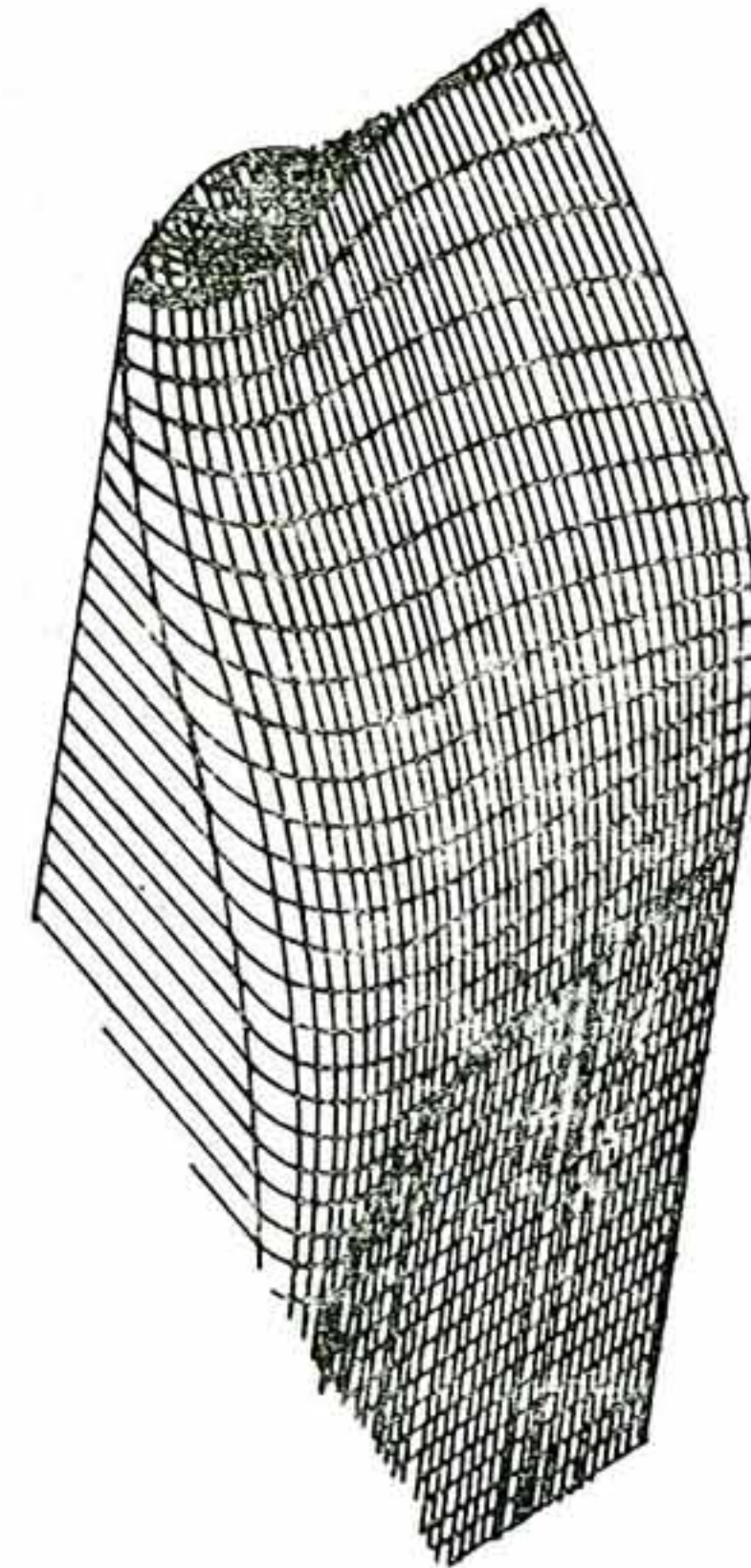
püterler büyük kompüterlerle yapılan hesapların büyük bir kısmını çok daha ucuz ve çok daha kısa süre içerisinde yapar duruma geldiler.

Dizayn maliyetlerinin bu denli büyü-

meler gösterdiği bir dönemde enteraktif grafik olanakları ve süratleri yanı sıra ucuzlukları mikro kompüterleri çok cazip duruma getirdi. Bu gelişmeleri yakından izleyen B.S.R.A. mikrokompüterlerin gemi inşaatına uygulanma olanaklarını araştırmaya başladı. Bu süreç içerisinde PERQ özellikle kullanımı en gelişen mikro kompüter olarak belirlendi.

PERQ dizayn prosesinin bütün etaplarına cevap verebilen kapasitesi ile tersanelerde kullanılmaya başlandı.

BRITDES sisteminin yukarıda anlatılan bloklarının ilk ikisi tümüyle bu mikro kompütere sığmaktadır. Ancak ileri dizayn bloku bir takım değişikliklerle ilave edilebilmektedir. Bu sistemin dışında ayrıca bazı sonlu elemanlar programları da eklenebilmektedir.



Şekil 12.

Böylece gerek (hardware) gerekse (software) olarak dizaynere gerekli araçları çok daha ekonomik olarak sağlamakta interaktif grafik olanakları sayesinde de dizayner dizaynının performansını sürekli kontrol altında tutabilmektedir.

5 — SONUÇLAR

Bu makalede bir endüstriyel araştırma kurumunun çalışmaları bir takım ör-

neklerle açıklanmıştır. Burada verilen çok sınırlı örnekler bile gemi dizaynı ve inşaatında herhangi bir ilerleme yapılmak isteniyorsa böyle bir araştırma çalışmasının gerekliliğini göstermektedir. Ancak örneklerden de gözüktüğü gibi araştırma çalışmaları, kullanıcının gereksinimleri göz önüne alınarak, pratik sonuçlar üretecek pragmatik bir yapıya sahiptir. Bu açıdan endüstriyel araştırma kurumları salt teorik araştırmalar yapan bilimsel araştırma kurumlarından farklı yapıya sahiptir.

Ekonomik gerileme döneminde bu tür çalışmaların bütçelerinin kısıtlanması alışlagelmiş bir uygulamadır. Bu uygulamaların sonucu kısa vadede önemli etkiler oluşturmaz. Ne var ki orta ve uzun vadede bilimsel gelişmelerin teknolojiye hızla aktarılmasının aksamasına neden olur. Bu da giderek endüstrinin teknolojik gelişmelerden yararlanma olanaklarını kısıtlayarak piyasada gerilemesine, ekonomik sorunlarla karşılaşmasına neden olur.

Sonuç olarak eğer piyasaların rekabet yapısı içerisinde yarışını sürdürebilecek endüstriyel üretim kurumlarına sahip olabilmek isteniyorsa bu kurumlara teknolojik gelişmeleri aktaracak endüstriyel araştırma kurumlarına mutlak gereksinim vardır.

K A Y N A K L A R

- 1 — Recent Advances in Computer Graphics in the Ship yard Industry. GUDE, J. SNAME Spring Meeting, STAR Symposium (1983).
- 2 — Forrest, P.D. and Parker, M.N., «Steelwork Design Using Computer Graphics». R.I.N.A. Spring Meeting, Paper No. 3 (1982).

- 3 — Recent Developments in the BSRA «BRITSHIPS» System Parker M.N. and CHADBUND, J.E., Trans. IESS, Vol. 117 (1974).
- 4 — ALKON - A Language for Algorithmic Design LANMARK, A First Int. Conf. on Computer Applications in the Automation of Shipyard Operation and Ship Design (ICCAS) Tokyo (1973).
- 5 — Hull Structure Generation in the STEER-BEAR System. VALOVIRTA, J. and LAITAKARI, P. Proc. Second Int. Conf. on and Ship Design (ICCAS), Gothenburg (1976).
- 6 — SICEN, A Computer-Aided Design for Preliminary Draft and Detailed Steel Structure Studies of a Ship (System Architecture Operational Conditions, and Economical Data) BARET, B. ibid.
- 7 — Methodical Series Experiments on Single Screw Ocean Going Merchant Ship Forms. Extended and Revised Overall Analysis. PATTULLO, R.N.M. and WRIGHT, B.D.W. BSRA Report Ns 333 (1971).
- 8 — Todd, F.H. «Some Further Experiments on Single-screw Merchant Ship Forms - Series 60.» Trans. SNAME, Vol. 61, p. 516 (1953).
- 9 — The FORAN System. BELDA et al. Int. Conf. on Computer Applications in the Automation of Shipyard Operation and Ship Design (ICCAS) (1977).
- 10 — SAC Manual. GOGGIN, C.J. BSRA Document (1983).
- 11 — SHADES: A Ship Hydrodynamic Assessment and Design System for Single-screw Ship Forms. ODABAŞI, A.Y. FITZSIMMONS, P.A. and WRIGHT, B.D.W. PRADS 83, Tokyo (1983).
- 12 — Structure of the Turbulent Shear Flow in Ship Boundary Layers. ODABAŞI, A.Y. and DAVIES, M.E. Second Sym. on Numerical and Physical Aspects of Aerodynamic Flows, Long Beach (1983).
- 13 — Odabaşı, A.Y., Saylan, Ö., Fitzsimmons, P.A. and Özkan, I.R., «An Integrated Method for the Determination of Vibration Excitation from a Cavitating Propeller.» Euromech 146, Villard De Lans (1981).

Gemilerde Hava Kompresörlerini Çalıştıran Elektrik Motorlarının Güçlerinin Hesaplanması

Doç. Dr. F. ERALP (*)

Gemilerde Diesel Ana Makinalarına ilk hareket vermek için gerekli hava şişelerinin hacimleri ile kompresörlerinin kapasitelerinin Klas kurallarına göre nasıl hesaplanacakları, «Gemi Mühendisliği» dergisinde daha önce açıklanmıştı (Bakınız, sayı 92, Nisan 1984, sayfa 9). Şimdi, kompresörleri çalıştıracak elektrik motorlarının güçlerinin hesaplanması ele alınacaktır.

TEMEL TEORİ :

Adiabatik kompresyon (sıkıştırma) süresince yapılan iş (Hava gücü) :

$$p_a = 0.027 \times \frac{m}{m-1} \times p_s \times V \times Z \times \left[\left(\frac{p_d}{p_s} \right)^{\frac{m-1}{m \times Z}} - 1 \right] \quad (3)$$

Burada :

p_a = Adiabatik sıkıştırma gücü, kW
(Hava gücü, ya da Teorik güç),

V = Serbest hava hacmi, m³/h,

Z = Kompresörün kademe sayısı,
(Gemilerin hemen hemen hepsinde iki kademeli, düşey tip-te kompresör kullanılır. Aşağıdaki hesaplarda $Z=2$, ve düşey tip kompresör ele alınacaktır),

m = Adiabatik genişleme katsayısı
(Hava için: $m=1.35$),

p_s = Emmedeki basınç, kp/cm²
(mutlak), Bu atmosferik basınç olup, $p_s=1$ kp/cm² dir,

p_d = Çıkıştaki basınç, kp/cm² (mutlak). $p_d=25$ kp/cm², ya da $p_d=30$ kp/cm² alınır,

η_k = 50 - 65 (düşey tip iki kademeli kompresörün verimi). Bu değer V ile değişir. Verim Şekil 2 deki eğriden bulunur,

Kompresörün giriş gücü (kompresöre verilmesi gerekli güç) :

$$p_g = p_a / \eta_k \quad (4)$$

Bu değer % 15 ile % 20 arasında artırılır (Güvenlik payı).

(Aşağıdaki hesaplarda $k=\% 15.7$ alınacaktır),

Elektrik motorunun gücü :

$$p_m = p_g / \eta_k \times 1.157 \quad (5)$$

Uygulamalarda (5) ile hesaplanan elektrik motorunun gücüne en yakın güçte standart motor gücü seçilir. Geminin ana jeneratörlerinin kapasitelerinin hesaplanması için yapılacak Elektrik Gücü Bilançosuna konacak güç, elektrik motorunun giriş gücü olacağına göre, bu değer elektrik motorunun η_m verimi ile bölünerek :

$$p_{m \text{ giriş}} = p_m / \eta_m \text{ kW} \quad (6)$$

Şimdi (3) sayılı denklemde $m=1.35$, $p_s=1$ kp/cm², $Z=2$, ve $k=1.157$ konarak:

$$P_m = 0.027 \times \frac{1.35}{0.35} \times \frac{100}{\eta_k} \times 1.157 \times \left[\left(\frac{p_d}{1} \right)^{\frac{1.35-1}{2 \times 1.35}} - 1 \right]$$

ya da :

(*) İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Taşkışla - İSTANBUL.

$$p_m = \frac{24 \times V}{\eta_k} \times [(P_d)^{0.13} - 1] \text{ kW}, \quad (7)$$

a) $P_d = 30 \text{ kp/cm}^2$ için :

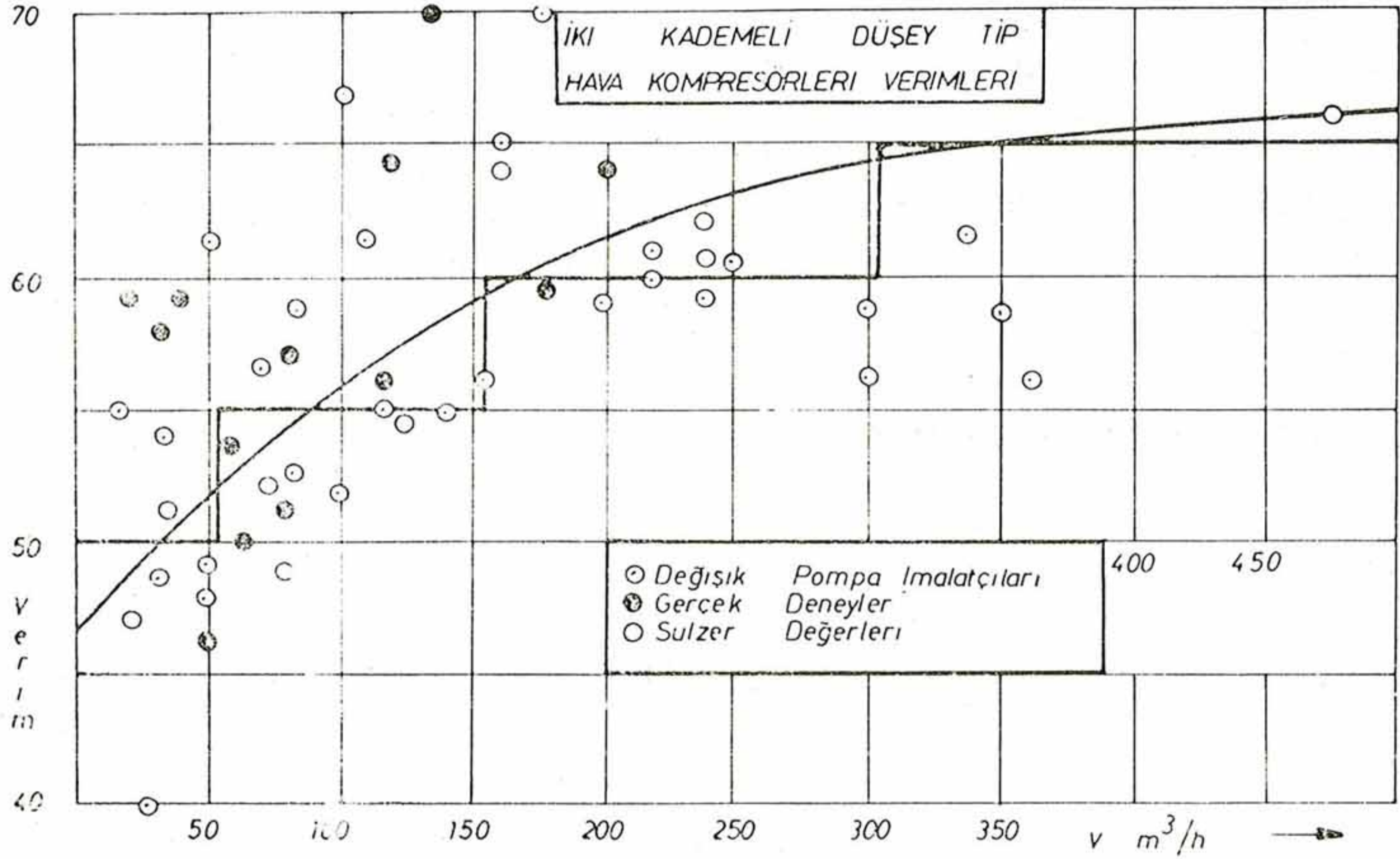
$$P_{m30} = 13.44 \times \frac{V}{\eta_k} \text{ kW}, \quad (7a)$$

b) $P_d = 25 \text{ kp/cm}^2$ için :

$$P_{m25} = 12.48 \times \frac{V}{\eta_k} \text{ kW}, \quad (7b)$$

bulunur. Aşağıdaki tabloda, çalışmakta

olan bazı gemilerdeki V ve p_d değerleri görülmektedir. Bu değerlerle (7a), ya da (7b) denklemleri ile hesaplanan elektrik motorları güçleri sütun (3) te, ve bu gemilerde kullanılan elektrik motorlarının güçleri de sütun (4) te görülmektedir. Bazılarında kullanılan elektrik motorlarının güçlerinin hesaplanan güçlere eşit, ya da bir miktar büyük oldukları görülür. Bu da, daha önce açıklandığı gibi, standart motor güçlerinin seçilmesinden ileri gelmektedir.



Kapasite $V \text{ m}^3/\text{h}$	Çıkış basıncı $p_d \text{ kp/cm}^2$	Hesaplanan güç kW	Kullanılan güç kW
230	30	50	55
140	30	30	30
240	25	48	55
173	25	37	37
50	25	11	11
320	25	62	75
100	25	23	30

NOT : Yatay, iki kademeli kompresörlerin verimleri % 80 ile % 90 arasında değişir. V büyüdükçe verim de yüksek olur. Kapladığı yerin düşey tipe göre daha fazla olmasından ötürü, gemilerde yatay tipler hemen hemen hiç kullanılmazlar. Gemilerde yer, yükseklikten daha değerlidir.

Büyük Açılarda Stabilite ve Tekne Formuna Ait Düşünceler (*)

Çeviren : Levent DEMİR (**)

(İstatistiksel ilişkiler, 30° meyildeki doğrultucu moment kolu ile bir kaç basit benzer gemi formları arasındaki bağlantılardan elde edilmiştir.)

Uygun bir form ve boyutların seçilebilmesi için, başlangıç ve büyük açılardaki stabilite hesapları, gemi dizaynının çok erken kademelerinde gerekmektedir. Tüm hesaplar tamamlandığında, bu ilk seçim yeterli stabiliteye sahip bulunmayabilir, bir kaç düzeltmeye daha gerek vardır.

Başlangıçtaki Metasantr yüksekliğinin elde edilmesini sağlayan yaklaşık ifadeler bilinir, örneğin;

$$KB = T - 1/3(T/2 + \nabla/A) \quad (1)$$

$$BM = LB/12(1.033 C_p - 0.101) / \quad (2)$$

- L : Kaimeler arası boy
- B : Genişlik
- T : Su çekimi
- C_p : Boyuna prizmatik katsayı
- ∇ : Su altı; volümü
- A : Su hattı alanı

Büyük meyil açılarındaki doğrultucu moment kolu için çıkarılmış benzer ifadeler çok azdır. Aşağıdaki bölümlerde yeterli sayıdaki savaş gemilerinin verileri, 30° meyildeki doğrultucu moment kolları ile bazı benzer formlar arasındaki ilişkiler vasıtasıyla analiz edilmiş ve grafik olarak gösterilmiştir.

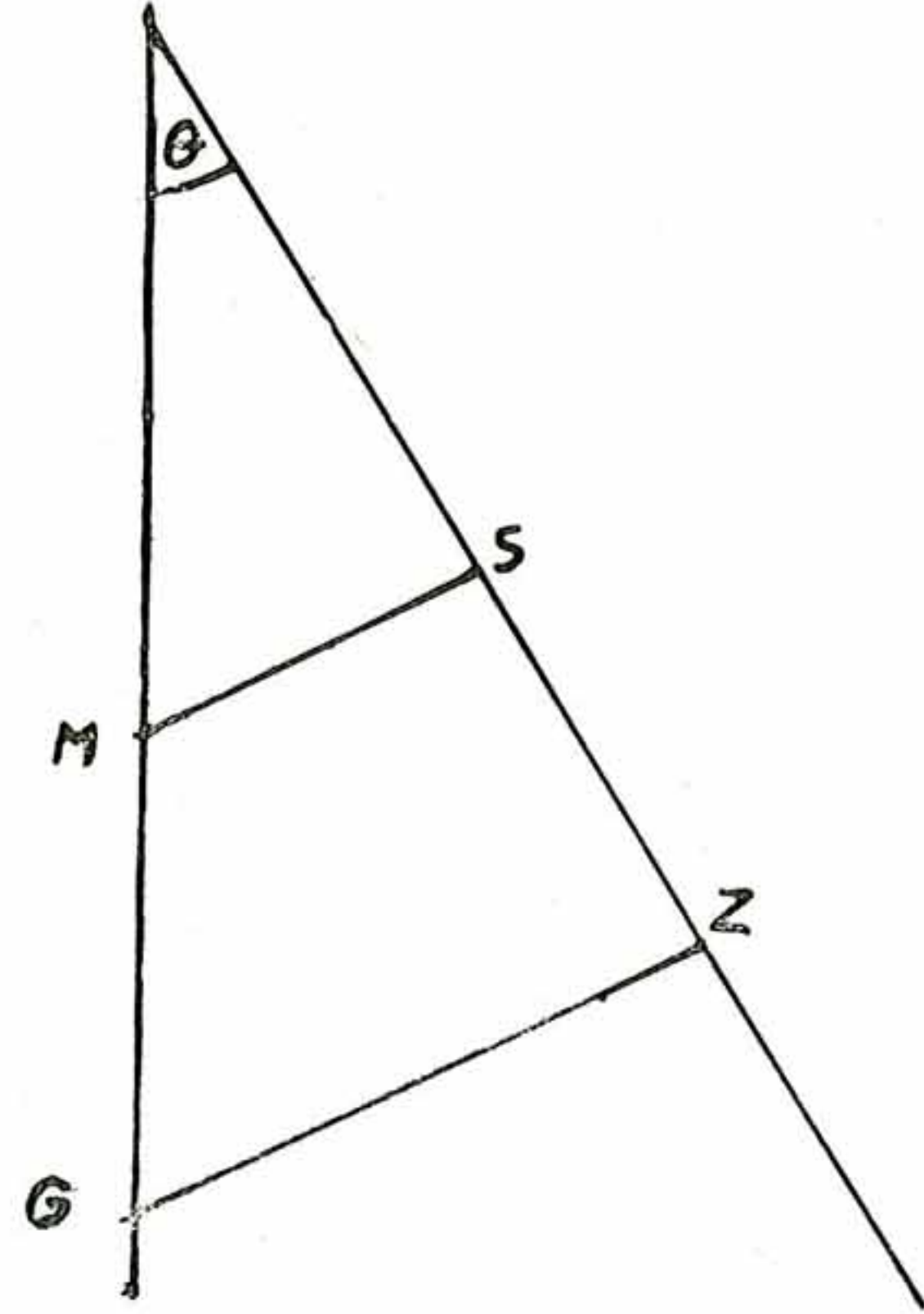
30° den büyük meyil açılarında, (GZ) doğrultucu moment kolu eğrisi, su hattı üzerindeki tekne formuna bağlıdır, bu yüzden bu eğri parçaları için basit ifadeler elde edilebilmesi olanaksız gibi görünmektedir.

YÖNTEM

Profesör Prohaska tarafından önerilen bu yöntemde(***) doğrultucu moment kolu iki parçaya ayrılır, bunlardan ilki gemi yüklemesinin etkisinde bulunan GM sin θ, öteki ise tekne formunun bir fonksiyonu olan MS artı stabilitesidir. Şu halde;

$$GZ = GM \sin \theta + MS \quad (3)$$

dir (Şekil 1).



Şekil 1.

(3) Denkleminin her iki tarafı BM'e bölünürse;

$$\frac{GZ}{BM} = \frac{GM}{BM} \sin \theta + C_{R_s}$$

dolayısıyla;

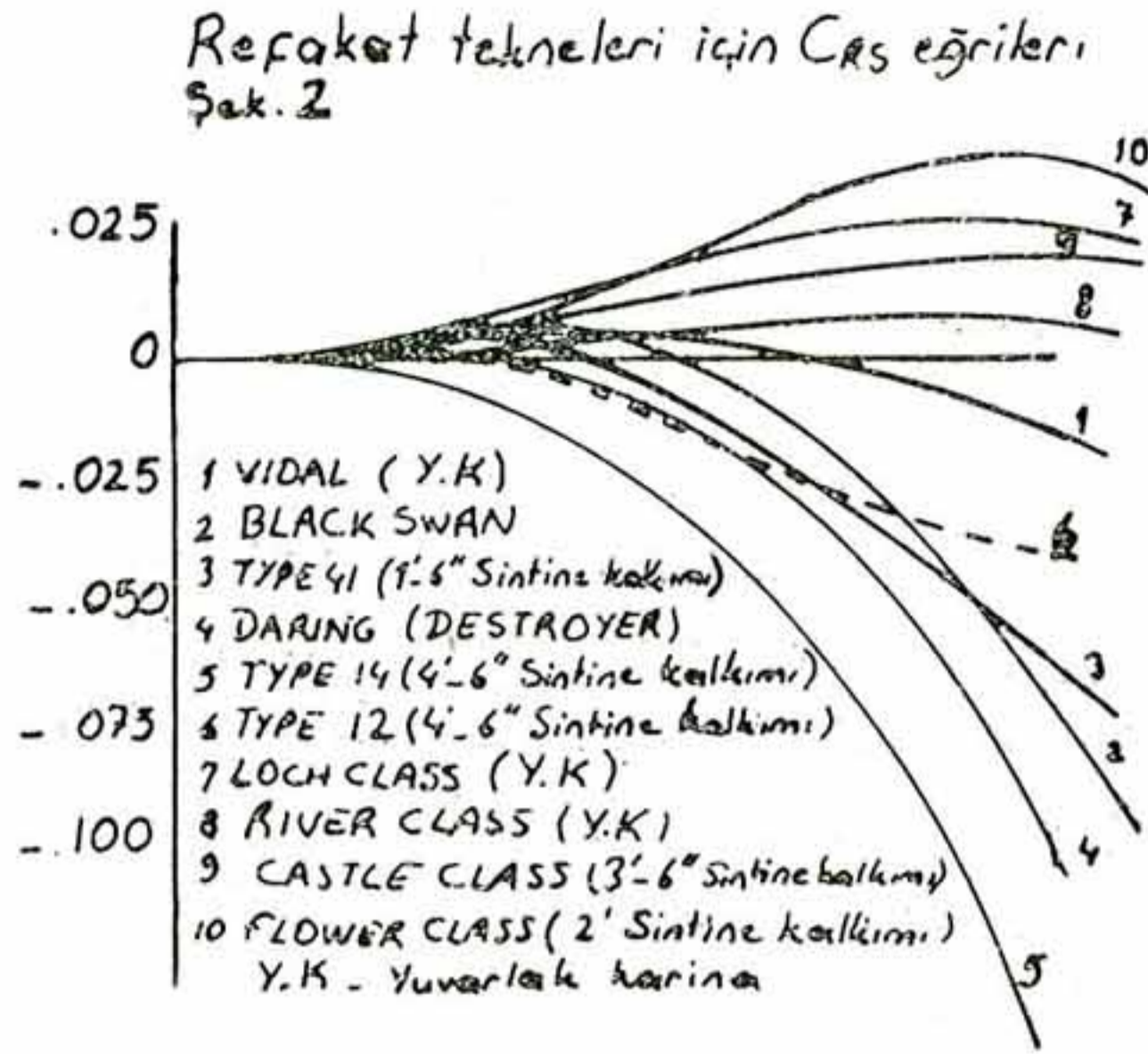
(*) D.K. Brown. Stability at large angles and hull shape considerations. The Naval Architect - January 1979.

(**) Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh.

(***) Prohaska, C.W. Residuary Stability, TINA Vol. 89, 1947.

$$C_{RS} = \frac{MS}{BM}$$

olur. Buda «artık stabilite» nin bir kat-sayısı olarak tanımlanır.



Şekil 2.

(Şekil 2), II. Dünya savaşı ve hemen sonrasının refakat gemilerinden bir ka-
cının 45° ye kadar olan çeşitli meyil açı-
ları için C_{RS} eğrilerini göstermektedir. Bu
ve benzer diyagramların incelenmesi, 30°
ye kadar olan açılarda artık stabilitenin

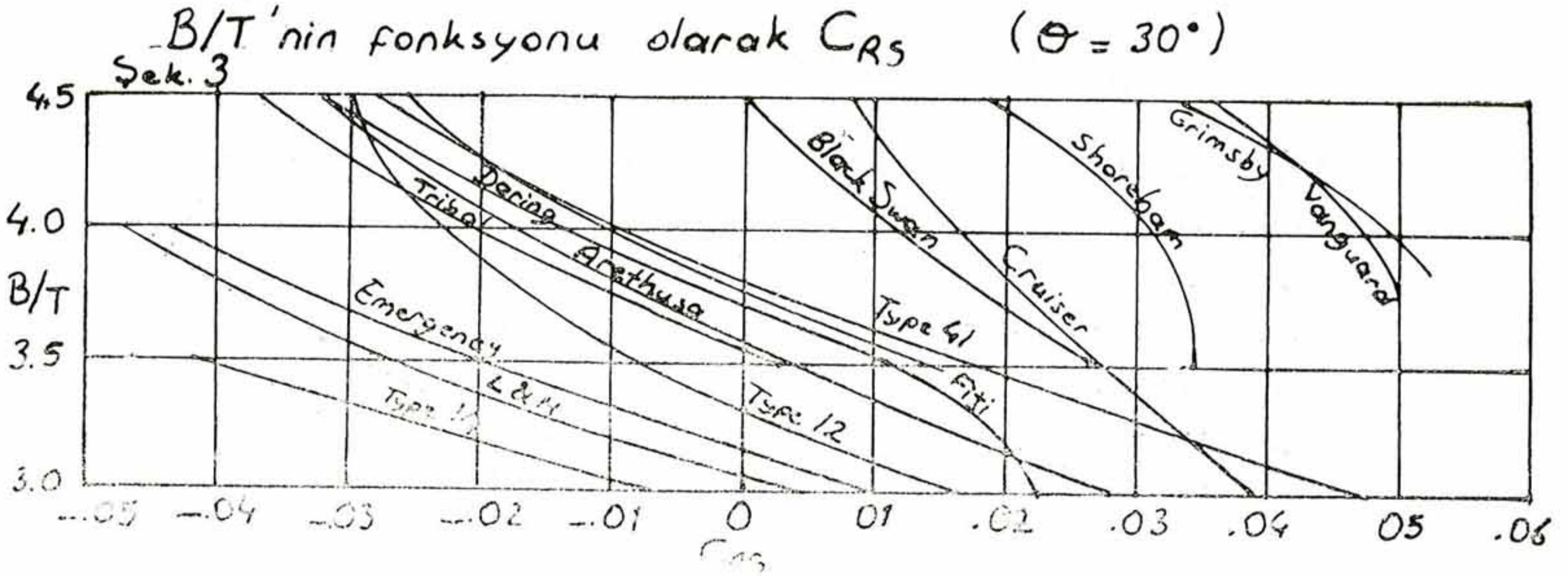
neer bir fonksiyonudur ve hatların eğim-
leri tüm gemiler için aynıdır. Şeklin sağ
köşesindeki bir kaç geminin oluşturduğu
anormal eğriler, büyük suçekimi değer-
leri kullanıldığında «Güvertenin erken su-
ya girmesi» nedeniyledir. Böyle özel du-
rumlar nihai analizde kullanılmaz, ancak
çok alçak fribord'lu gemiler için ifadele-
rin çıkarılmasında dikkate alınmalıdır.

Daha ileri incelemeler, dikey prizma-
tik katsayının diğer önemli parametreler
gibi olduğunu kanıtlamıştır

$$C_{vp} = \frac{\nabla}{A \times T}$$

Bununla birlikte bu denklem için er-
ken dizayn kademesinde veriler kolaylık-
la elde edilebilir değildi ve bununda ça-
releri arandı.

(Şekil 4) ve (Şekil 5) sabit B/T
(=3.5) değeri için 30° deki C_{RS} 'nin
KB/T ve gemi orta kesit alan katsayısı
(C_M)'e göre değişimini göstermektedir.
Burada, bu iki katsayı arasında, nokta-
ların oluşturdukları ortalama hatlar açı-



Şekil 3.

tekne formuna dayanılarak ifade edilebi-
leceğini gösterdi. (Şekil 3) savaş gemile-
rinin bir kaçı için Genişlik/Suçekimi ora-
nıyla, 30° deki C_{RS} 'nin değişimini göster-
mektedir. Stabilite özellikleri, farklı su-
çekimleriyle oluşturulduğundan, öteki
form katsayılarında B/T gibi değişim gös-
terecektir. Genelde C_{RS} 30, B/T'nin li-

sından ufak bir seçim söz konusudur.
Gerçektende (Şekil 6), C_M ile KB/T ara-
sında oldukça lineer bir ilişkinin bulun-
duğunu göstermektedir.

Aşağıdaki ilişkiler ışığında, değişik
lineer yaklaşım analizleri yapılarak (5),
(6), (7) denklemleri elde edilmiştir;

- (a) C_{RS} , B/T ve KB/T 'nin ortak bir fonksiyonudur.
 (b) C_{RS} , B/T ve C_M 'in ortak bir fonksiyonudur.
 (c) C_M , KB/T 'nin bir fonksiyonudur.

Analizde, bazı modern fırkateyn ve destroyerleride kapsayan 31 gemiden 66 veri noktası kullanılmış ve aşağıdaki ifadeler elde edilmiştir;

- (a) $C_{RS} = 0.8566 - 1.2262 KB/T - 0.035 B/T$
 (b) $C_{RS} = -0.1859 - 0.0315 B/T + 0.3526 C_M$
 (c) $KB/T = 0.8109 - 0.2536 C_M$

İçinde orta kesit alan terimleri bulunan (6) No'lu denklemin, «Artık stabilite» hesabı hakkında daha kesin sonuç vereceği görülecektir.

Bu çalışmada, yüksek sintine kalkımlı çeşitli sınıflardan gemiler sunulmuştur. Araştırmanın esas konusu, stabilite karakteristikleri ile, sintine kalkımları arasında bağlantı kurmaktır. (Şekil 7), KB/T ile sintine kalkımları arasında görünüşte sıkı bir ilişki olduğunu belirtir, fakat bir

çok durumlarda sintine kalkımlarını ölçmek güç olduğundan, bu ilişki gerçeğin-

SONUÇLAR

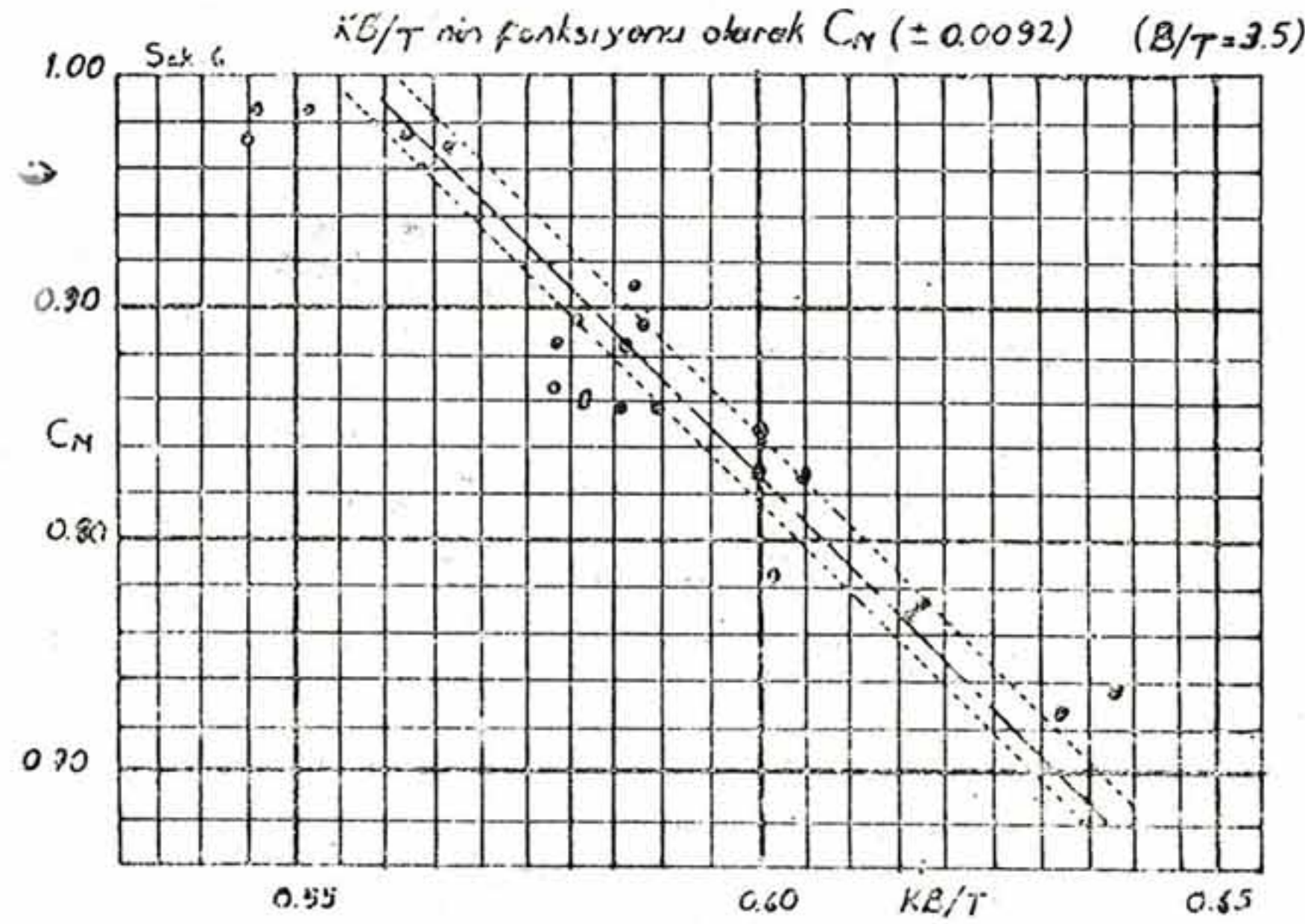
Araştırmalar, (5) ve (6) No'lu denklemlerin 30° meyildeki doğrultucu moment kolu hesaplarını gerçekçi olarak vereceğini göstermiştir. Özellikle (Şekil

Artık standart
sapma

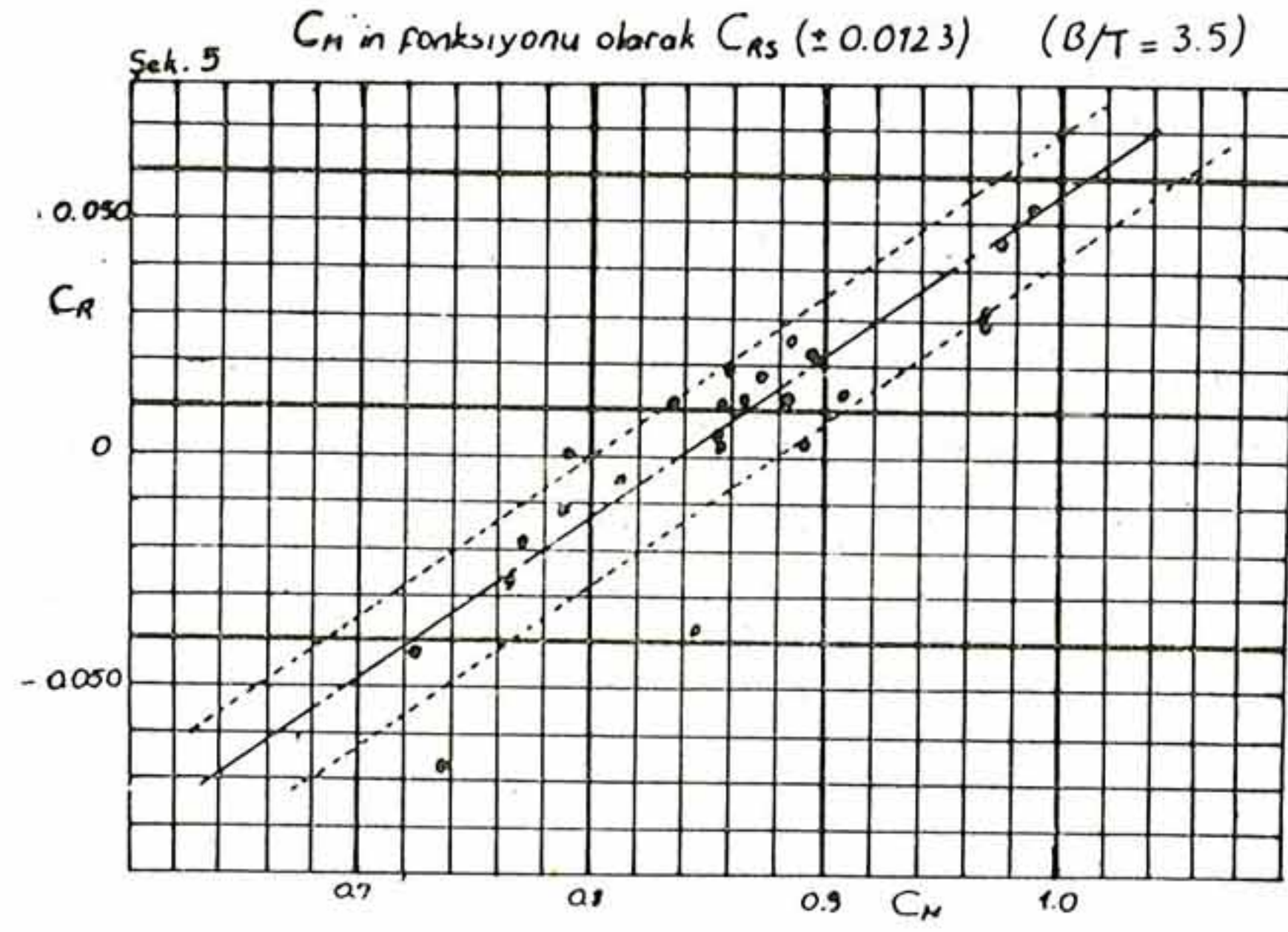
		Artık standart sapma
(a)	$C_{RS} = 0.8566 - 1.2262 KB/T - 0.035 B/T$ (5)	0.0133
(b)	$C_{RS} = -0.1859 - 0.0315 B/T + 0.3526 C_M$ (6)	0.0123
(c)	$KB/T = 0.8109 - 0.2536 C_M$ (7)	0.0092

5), sabit deplasmanda suçekimi, genişlik ve boyun arttırılması teşebbüsleriyle meydana gelebilecek, C_M 'in çok düşük değerlerinin tehlikesini gösterir.

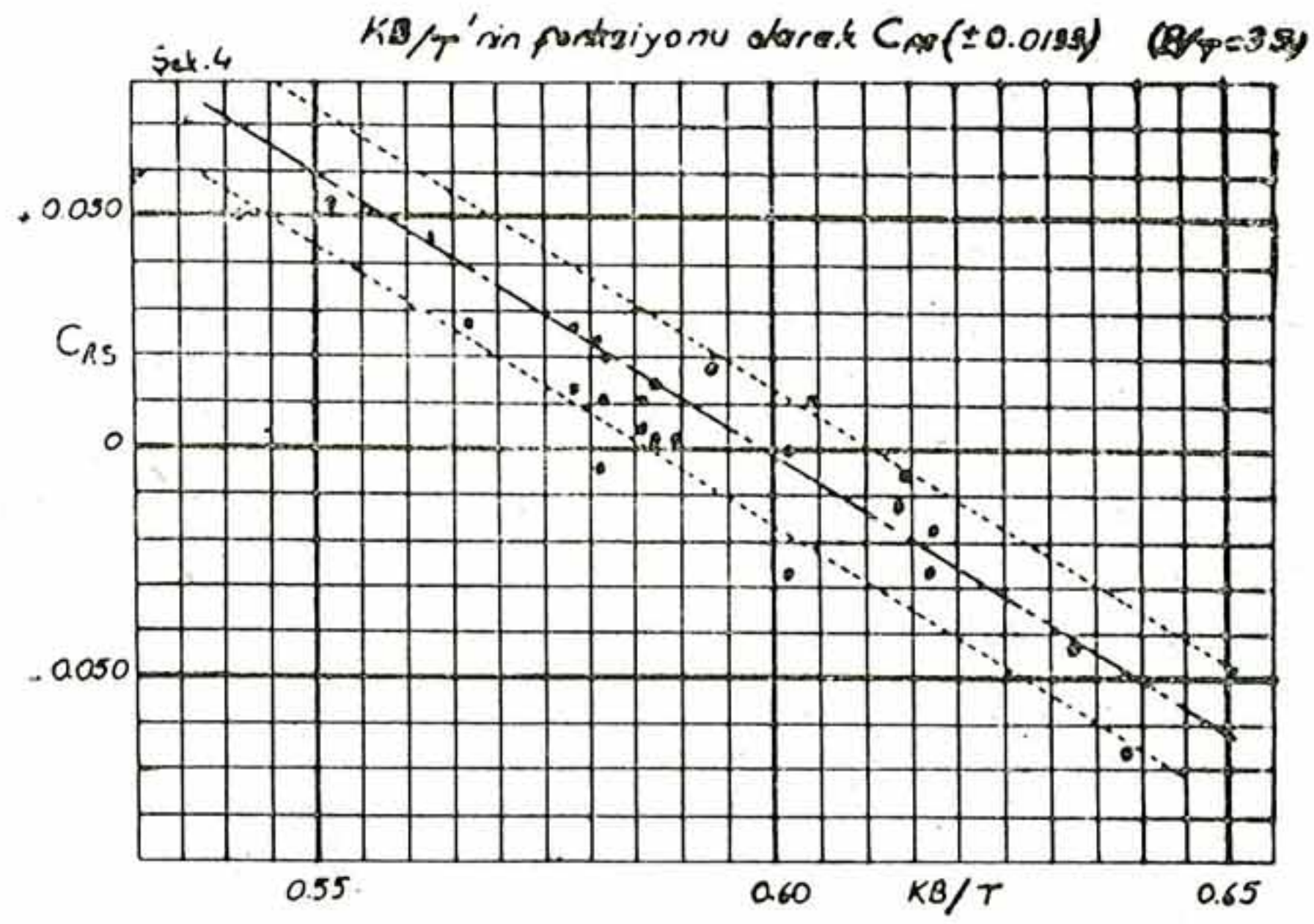
(Şekil 4) ve (Şekil 5)'deki ortalama hatların biçimleri, C_{RS} 'nin kesin değerlerinden daha doğrudur, bu yüzden 30° deki arzu edilen standart stabiliteye erişmek için, ilk oluşturulan formdaki gerekli değişiklikler, tam ve doğru olarak yapılabilir.



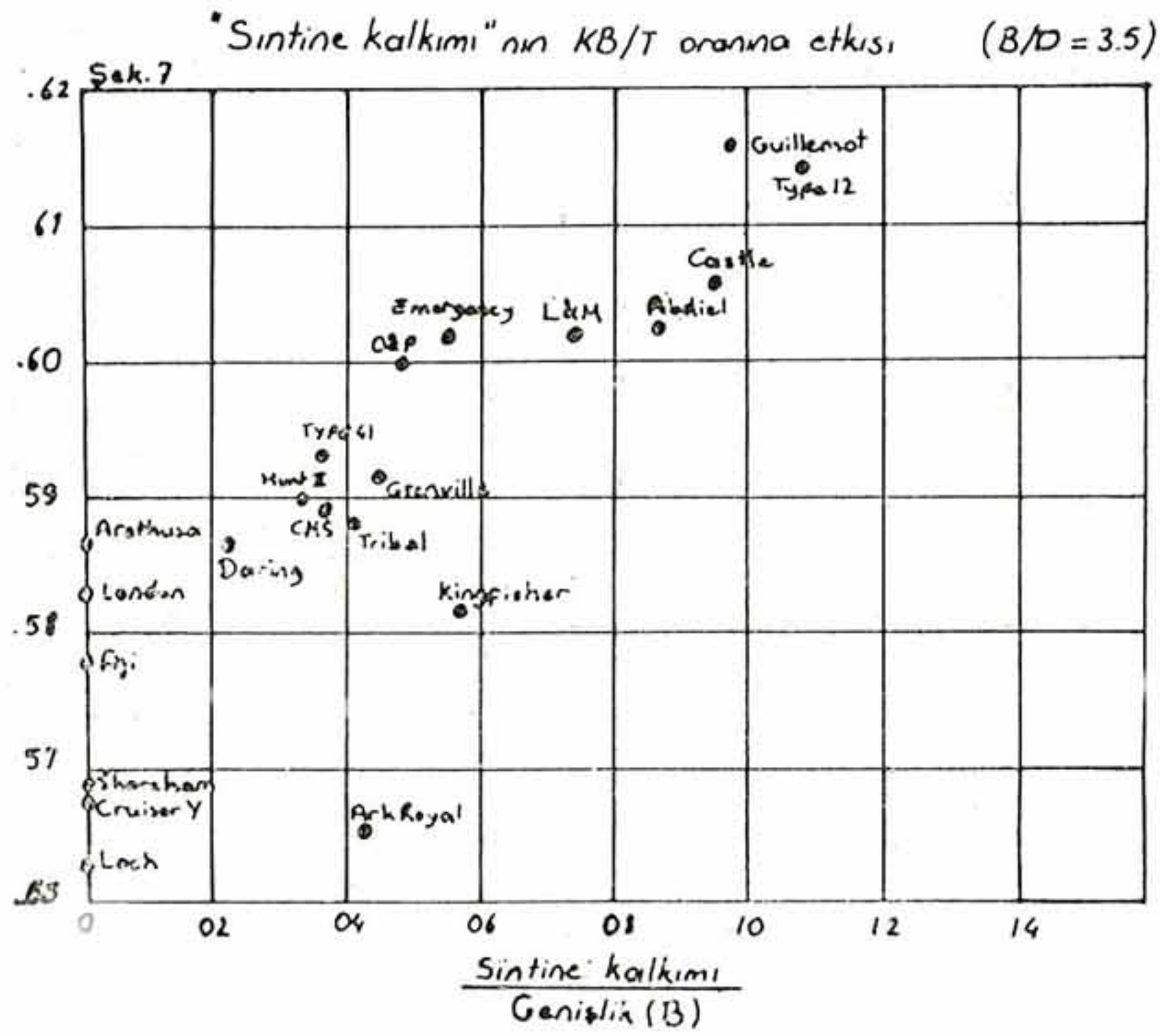
Şekil 4.



Şekil 5.



Şekil 6.



Şekil 7.

Solas 74 «Can Kurtarma Araçları» Kuralları Değiştirildi

Günümüzde yolcu ve yük gemilerinde kullanılan can filikalari yakın bir gelecekte tarihe karışacak. Bu filikalari yerini yük gemilerinde, tümüyle kapalı, dizel makina ile tahrik edilen (totally enclosed, dieselpowered) can filikalari, yolcu gemilerinde ise kısmen kapalı, dizel makina ile tahrik edilen (partially enclosed, diesel powered) oan filikalari alacak ve bu uygulama Temmuz 1986'dan itibaren başlayacaktır.

Tanker, kimyasal madde taşıyan gemiler ve petrol arama platformlarında yaklaşık on yıldır, tümüyle kapalı can filikalari kullanılmakta idi. Bu uygulama, SOLAS kurallarının revize edilmesi ile yeni yük gemilerine de uygulanacaktır.

Kapalı can filikalari kullanımını, yüksek sıcaklığa dayanıklı özel giysilerin bulundurulması, şişebilir can sallarının sayılarının artırılması v.b. yenilikleri getiren bu değişikliklerin yürürlüğe girmesi gemilerde can filikalari kullanımında indirilmesinde kullanılan mataforaların yerini «filika denize atma rampa» sınıfının almasına yolaçabilecektir.

IMO, «Denizcilik Güvenlik Kurulu»

nu oluşturan delegeler uzun görüşmelerden sonra «can kurtarma araçlarına» ilişkin yeni kuralların yazımını tamamladılar. Revize edilmiş yeni kurallar, 1 Temmuz 1986'dan itibaren kızağa konulacak gemilere ve petrol platformlarına uygulanacak, günümüzde serviste olan gemiler için ise 1 Temmuz 1991 yılından itibaren yürürlüğe girecektir. Mevcut gemiler için böyle bir tarihin belirlenmesi, ekonomik yaşamlarının sonuna yaklaşan ve yeni kuralların gerektirdiği değişiklikleri yapmayı düşünen armatörler için tanınmış bir ayrıcalık olarak düşünülmüştür.

Günümüz koşullarında, tümüyle kapalı can filikası, matafora ve vinci ile birlikte 50.000 ile 100.000 \$'a malolmaktadır. Çelik konstrüksiyon bir rampa ile kapalı can filikası ise yaklaşık 200.000 \$'a malolacaktır.

Halen yürürlükte olan kurallara göre, yük gemilerinde sancak ve iskelede olmak üzere iki adet can filikası bulundurulurken, rampa sisteminin kullanılması durumunda bir adet can filikası yeterli olacak, ancak şişebilir can sallarının artırılacaktır.

Marmara Transport A.Ş.

LPG GEMİLERİ

TANKERLER

KURU YÜK GEMİLERİ

KONTEYNER GEMİLERİ

BASINÇLI LPG TANKLARI

YENİ GEMİ İNŞAATI

TAMİR İŞLERİ

TADİL BOY UZATMA

Yapımında Tecrübeli

MARMARA TERSANESİ

MERKEZ : Galatasaray, Yeniçeri Sok. Vakıf Han No. 20 Kat 3

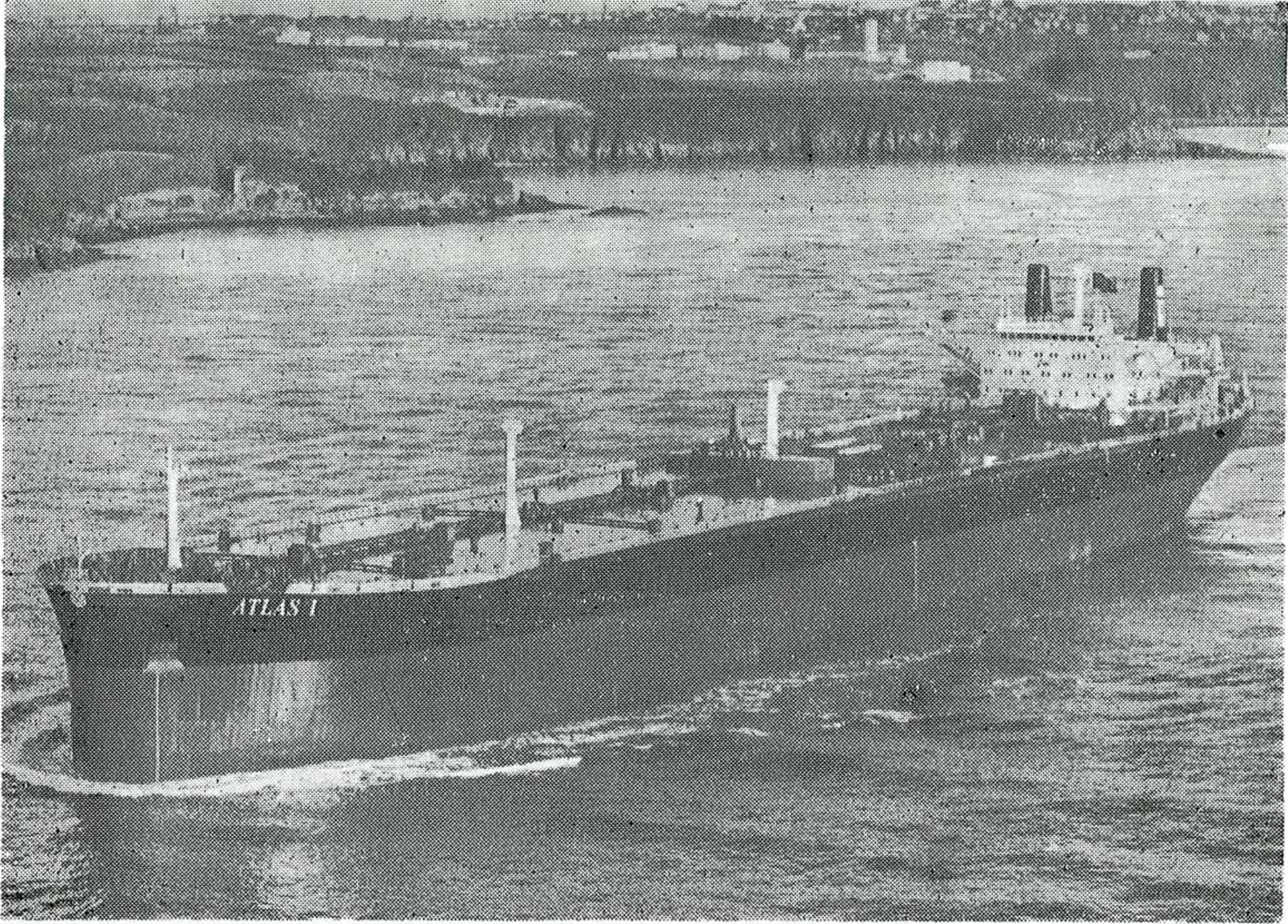
BEYOĞLU - İST. Tel.:1430374 - Telex:24314 Marp Telgraf: Marp

TERSANE Çaykoz Mevkii YARIMCA - KOCAELİ

Telefon : TÛTUNÇİFTLİK 2096

Telex : 33100 M TER TR

DENİZCİLİK ANONİM ŞİRKETİ



M/T ATLAS I

M/V "AKAD" : 36.349 D.W.T.

M/V "ARPAD" : 37.565 D.W.T.

M/T "ATLAS I" : 142.800 D.W.T.

İç ve Dış sularda akaryakıt ve kuru yük nakliyatı.

**TOPLAM 216.714 DWT'LUK GEMİLERİYLE DENİZCİLİĞİMİZİN
HİZMETİNDEDİR.**

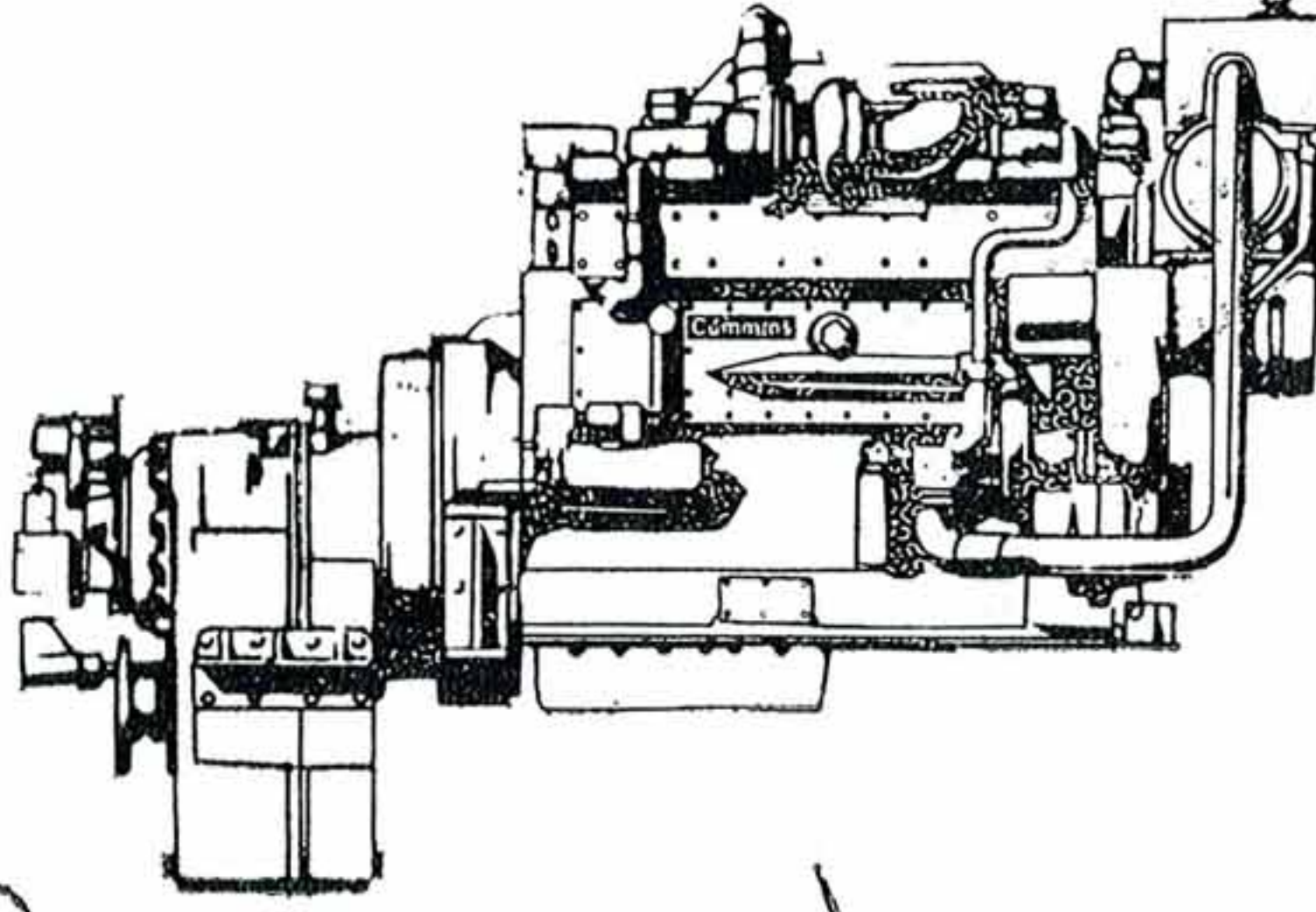
Deniz Nakliyatına Başlama Tarihi : 1948

DENİZCİLİK ANONİM ŞİRKETİ tesis tarihi : Şubat 1952

Adres : Meclisi Mebusan Caddesi 55, Fındıklı Han Kat 4, Fındıklı - İstanbul
Telefon : 143 63 70 (5 hat) 149 57 51 - 149 74 27
Teleks : 24189 Haba Tr - 24478 Hyba Tr - 24479 Gen Tr
Telgraf : Habaran - İstanbul

Cummins

Cummins Diesel

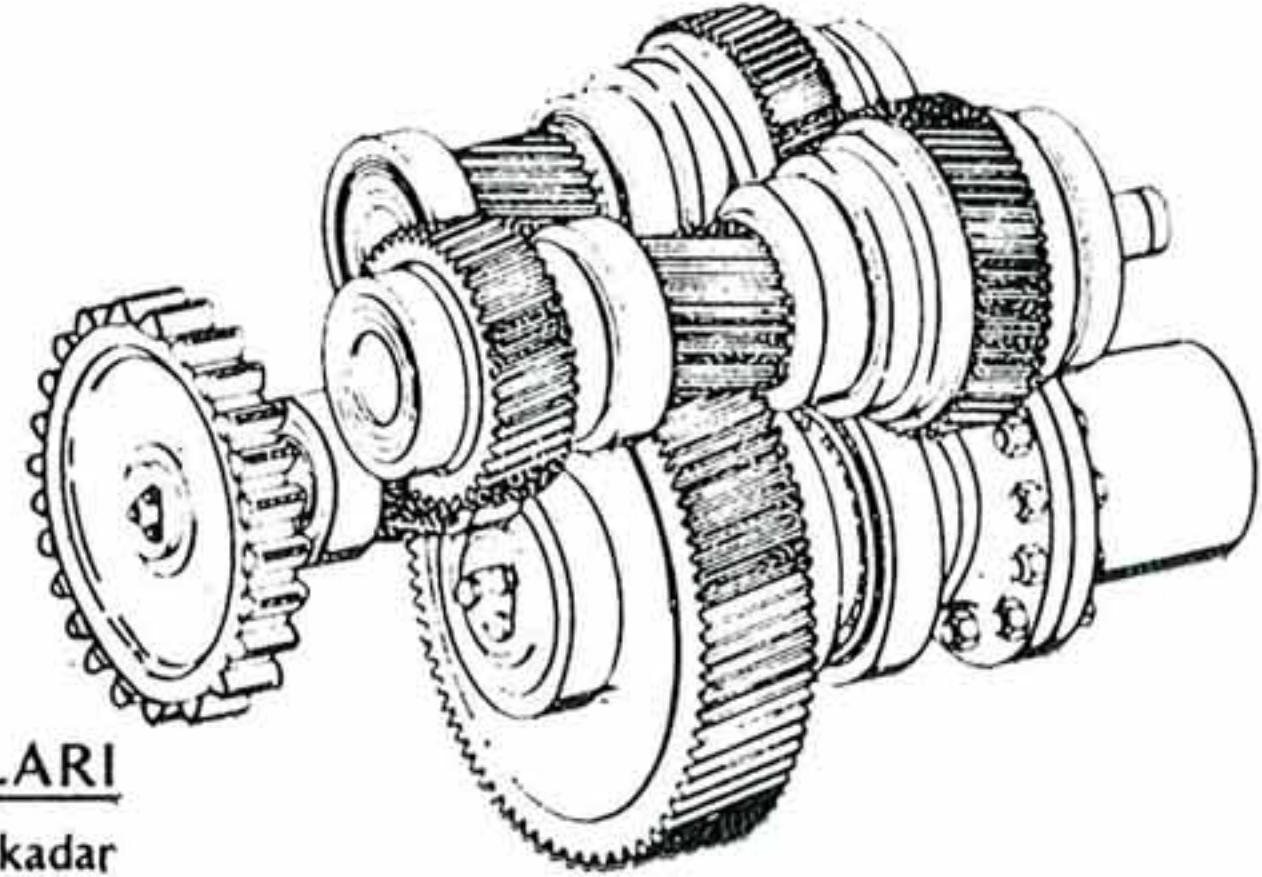
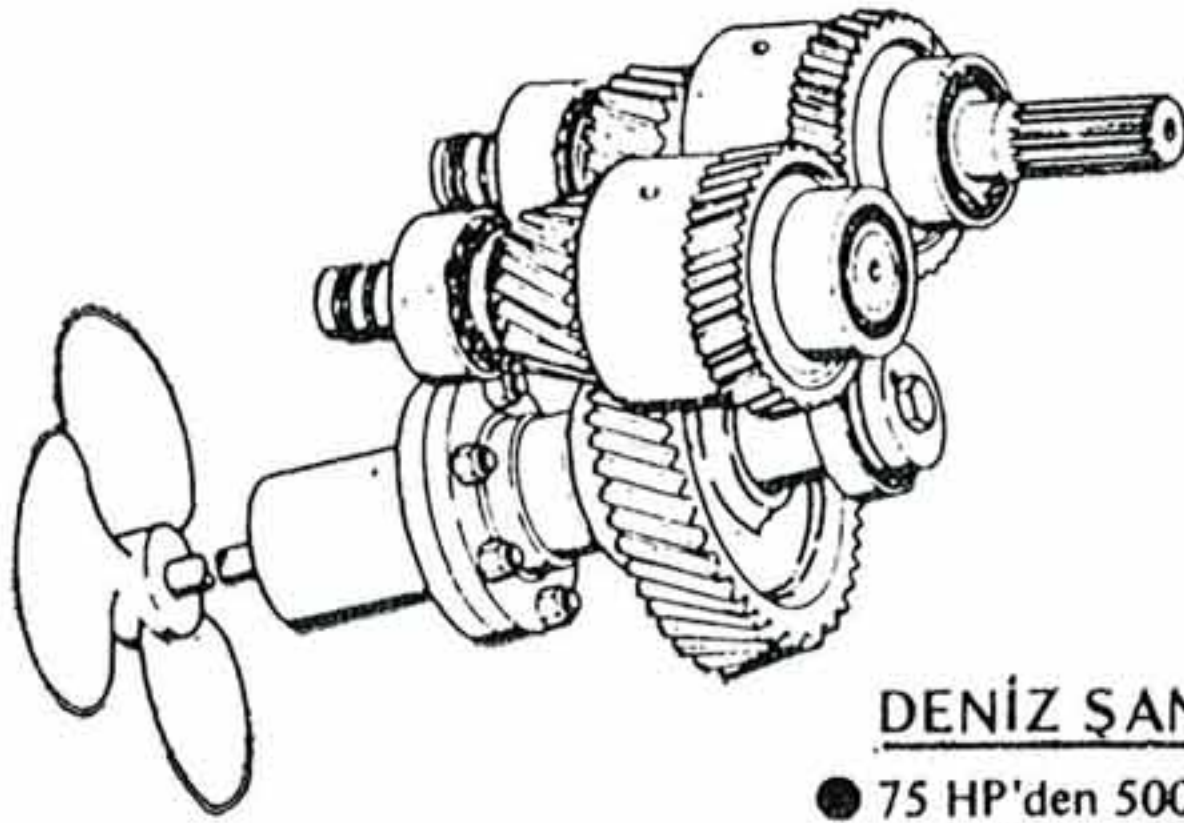


DENİZ DİZELLERİ

- V SERİSİ (HP)
195-215-235-270-295-320-
380-425-450-490-545-620-
- N SERİSİ (HP)
195-270-325
- K SERİSİ (HP)
400-470-800-940-1250-
- DENİZ JENERATÖRLERİ (HP)
180-265-322-365-425-
515-614-690-850-1125-



TWIN DISC INCORPORATED



DENİZ ŞANZIMANLARI

- 75 HP'den 5000 HP Güce kadar muhtelif redüksiyonlarda deniz şanzimanları



HAMAMCIOĞLU MÜESSESELERİ TİCARET T.A.Ş.

İSTANBUL, Büyükdere Caddesi No: 13/A Şişli Tel: 46 31 43/44 - 47 96 61- 47 24 89
Telex: 22210 hmcı tr. Telgraf: HAMAMCIOĞLU-İSTANBUL

ANKARA, Cinnah Caddesi No: 110/1 Çankaya Tel: 38 85 00 Telex: 42439 hmcı tr,
Telgraf: HAMAMCIOĞLU-ANKARA

İZMİR, Talâtpaşa Bulvarı, No: 6 Kat 1 Alsancak Tel: 21 41 31 Telex: 52644 hmiz tr,
Telgraf: HAMAMCIOĞLU-İZMİR

M&C